



## **I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

### ***I.1 Proyecto***

Diseño ejecutivo para la construcción y operación de un Gasoducto con diámetros de 12", 10", 8" y 6", cruzando en su trayectoria los municipios de Ayala, Yecapixtla, Cuautla, Tlayacapan, Yauatepec de Zaragoza, Jiutepec y Cuernavaca, todos en el estado de Morelos, iniciando en la interconexión (con coordenadas geográficas 18° 46' 21,12" Latitud Norte y 98° 53' 29,96" Longitud Oeste) con el Gasoducto de 30" de diámetro, propiedad de la empresa ELECNOR Siguiendo el derecho de vialidades dentro de los municipios antes mencionados, principalmente por la carretera Federal No. 115 en el tramo Cuautla - Oaxtepec, así como por la carretera Federal No. 160 Yauatepec - Cuernavaca, hasta llegar al parque Industrial CIVAC y posteriormente dar suministro a los socios BRIDGESTONE y GRUPAK, IMSS en la ciudad de Cuernavaca (**Ver Figuras I.1.1 y I.1.1.2**).

#### ***I.1.1 Nombre del proyecto***

Sistema de Transporte de Gas Natural para usos propios de la Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V..

#### ***I.1.2 Ubicación del proyecto***

El proyecto se ubicará en el estado de Morelos, dentro de los municipios de Ayala, Cuautla, Yecapixtla, Yauatepec, Tlayacapan, Jiutepec y Cuernavaca. El Gasoducto estará compuesto por tubería de acero al carbón sin costura, especificación API 5L GRADO X52, con diámetros nominales de 12", 10", 8" y 6"Φ y un espesor de 0,219", propiedad de la Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V., iniciará en la interconexión con el Gasoducto de 30"Φ de diámetro propiedad de la empresa ELECNOR dentro del municipio de Ayala. Su trayecto se proyectará hacia el Noroeste sobre el derecho de vía de la carretera Federal No. 115 y posteriormente por el derecho de vía de la carretera Federal No. 160, hasta llegar a su destino final en la ciudad de Cuernavaca, Morelos, donde están ubicados los socios comerciales GRUPAK, IMSS Y BRIDGESTONE.

**Ver Anexo 1.** Planos de Ubicación del Proyecto

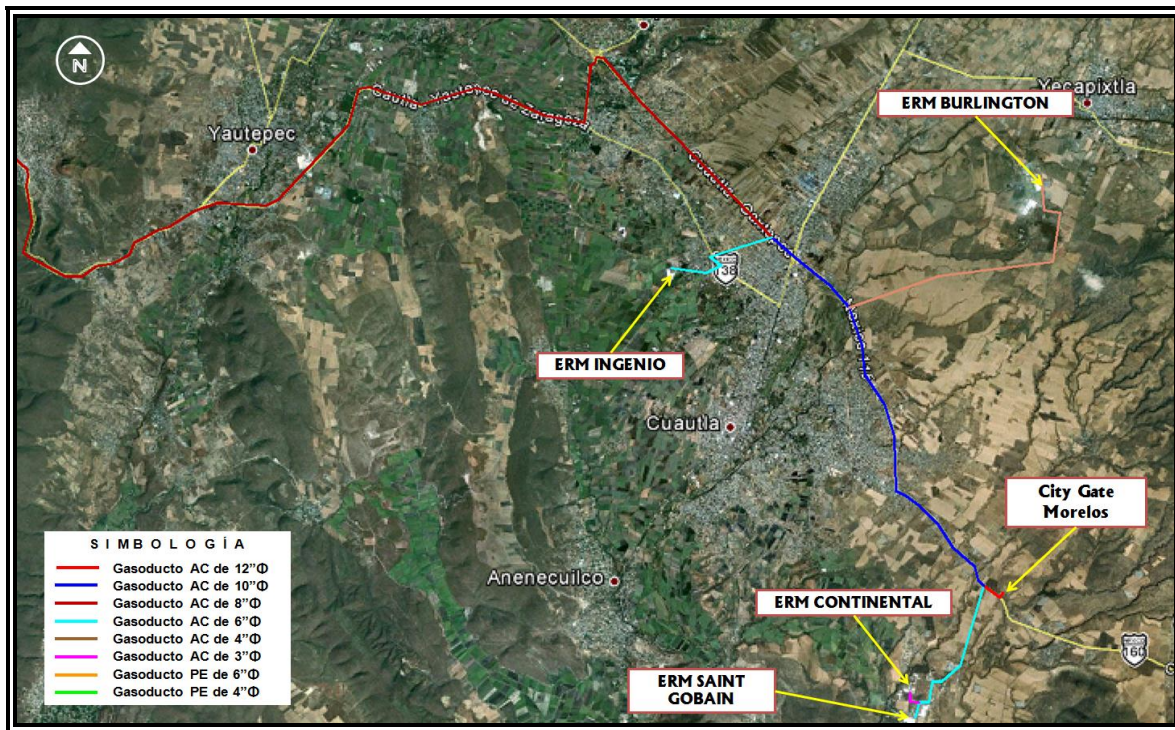


Figura I.1.1 Trayectoria del gasoducto principal, donde se aprecia las ciudades que cruza la misma.

Fuente: Google Earth.

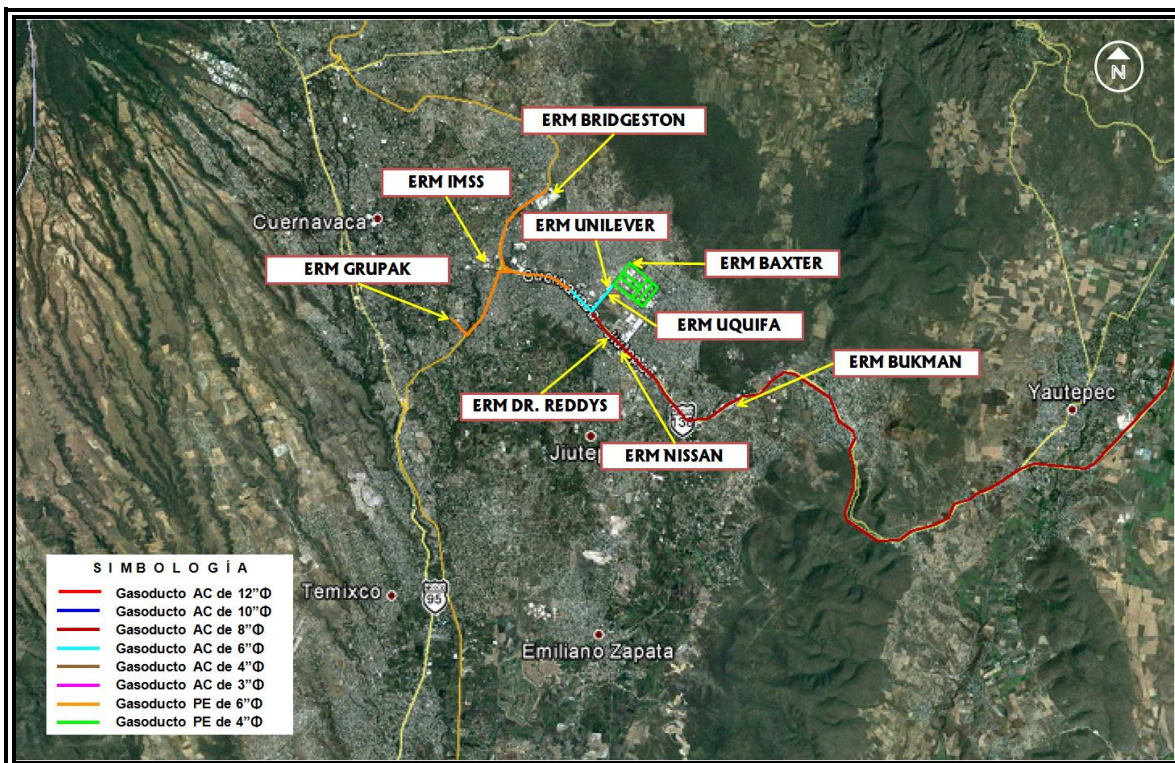


Figura I.1.2 Trayectoria del gasoducto principal, donde se aprecia las ciudades que cruza la misma.

Fuente: Google Earth.





### ***1.1.3 Tiempo de vida útil del proyecto***

En base a su experiencia, la empresa responsable del Proyecto Ejecutivo del Gasoducto, lo diseñó y realizará la construcción total del gasoducto en una sola etapa, para una vida útil de al menos 30 años en estado de operación, pero de acuerdo con los planes de operación y el programa de mantenimiento preventivo y correctivo continuo, se espera que éste pueda funcionar de manera indefinida; aunado a lo anterior, se cuidarán factores como la correcta aplicación de la protección catódica y la calidad del gas natural; lo que hace que se prolongue el tiempo de vida útil esperado.

### ***1.1.4 Presentación de la documentación legal***

**Ver Anexo 2.** Copia del Acta Constitutiva de la empresa y Poder Legal.

## ***1.2 Promovente***

### ***1.2.1 Nombre o razón social***

Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V.

## ***1.3 Responsable de la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental***

### ***1.3.1 Nombre o Razón Social***

La empresa responsable de la elaboración del presente Manifiesto de Impacto Ambiental (MIA), en el sector Petrolero, modalidad particular, es Ingeniería Ambiental Consultores, S.A. de C.V..



## **II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

### **II.1 Información General del Proyecto.**

El proyecto consiste en el Diseño Ejecutivo de un Gasoducto principal compuesto por tubería de 12", 10", 8" y 6" de diámetro (12", 10", 8" Y 6"Φ) en acero al carbón sin costura, cuya especificación es API 5L GRADO X52, para el suministro de gas natural a sus 13 socios comerciales, siendo estos las empresas SAINT GOBAIN, CONTINENTAL, INGENIO, BURLINGTON, BUKMAN, NISSAN, DR. REDDYS, UQUIFA, BAXTER, UNILEVER, IMSS, GRUPAK y BRIDGESTONE (**Ver Figura II.1.1 y II.1.2**). La interconexión con el Gasoducto de 30"Φ propiedad de la empresa ELECNOR que alimentará la City Gate Morelos, la cual se localizará en el municipio de Ayala, en el estado de Morelos (con coordenadas de 18° 46' 21,12" Latitud Norte y 98° 53' 29,96" Longitud Oeste), de este punto partirá el gasoducto de acero al carbón de 12" de diámetro, mismo que manejará una presión máxima de 21 Kg/cm<sup>2</sup> (298,69 Libras por pulgada cuadrada ó psi), para posteriormente reducir el diámetro a 10", 8" y terminar en 6"Φ en la ciudad de Cuernavaca, Morelos, cruzando los municipios de Cuautla, Yecapixtla, Tlayacapan, Yautepec y Jiutepec. La longitud total del sistema de transporte de Gas Natural será de 80,58 Km.

<b>Etapas del Proyecto</b>	<b>Actividades</b>
Tipo de Obra	- Instalación de Infraestructura a base de tubería de acero al carbón, para el Sistema de transporte de Gas Natural.
Preparación del sitio	- Despalme de superficie requerida.
Construcción	- Apertura de zanja y/o perforación direccional, - Tendido de tuberías, - Unión de tuberías por soldadura y termo fusión, - Prueba neumática.
Operación y Mantenimiento	- Inspección y vigilancia de áreas de afectación, - Señalamientos, - Verificaciones periódicas (Establecidas en un programa pre establecido) ante la CRE.

### **II.1.1 Naturaleza del proyecto**

El presente proyecto que consiste en la instalación de un Gasoducto principal compuesto por tubería de 12", 10", 8" y 6"Φ, en acero al carbón sin costura, cuya especificación es API 5L GRADO X42, con la finalidad de abastecer de Gas Natural a sus 13 socios comerciales: SAINT GOBAIN, CONTINENTAL, INGENIO, BURLINGTON, BUKMAN, NISSAN, DR. REDDYS, UQUIFA, BAXTER, UNILEVER, IMSS, GRUPAK y BRIDGESTONE.

El gas natural es reconocido como el más limpio entre los combustibles fósiles, por lo que la relación hidrógeno-carbono comparada con la de otros combustibles hace que en su combustión se emita menos CO<sub>2</sub> por unidad de energía producida.

Actualmente los socios comerciales de Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V., utilizan diferentes energéticos (Combustóleo, Gas L.P., y Diesel), como principal agente de energía, por lo que se pretende instaurar al gas natural como el combustible de mayor uso en los procesos industriales de los socios antes mencionados y de otras industrias localizadas en el estado de Morelos; lo anterior, previendo una reducción de contaminantes emitidos por las mismas, un





ahorro por costos de combustibles y una reducción de enfermedades respiratorias en los empleados de industrias, pero principalmente en los habitantes de los municipios donde se ubicará el proyecto.

El proyecto denominado “Sistema de Transporte de Gas Natural para usos propios de la Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V.”, considera la instalación de infraestructura para el transporte de gas natural, mediante un gasoducto principal en acero al carbón de diámetros variables (12”, 10”, 8”, 6”) con un espesor de pared de 0,237 y especificación API 5L Grado X42, además de ramales de distribución para dar suministro a los socios industriales en acero al carbón de 3” y 4” de diámetro, y ramales en polietileno de alta densidad especificación HDPE 3408 SDR11 de 4” y 6” de diámetro. El gasoducto principal iniciará a la salida de la City Gate Morelos ubicada en el municipio de Ayala, Morelos, misma que estará interconectada con el gasoducto principal de 30”Φ propiedad de la empresa ELECNOR, mediante un ducto en acero al carbón de 6”Φ,

Para la realización de lo anterior, se proyecta construir una línea de distribución principal de 12”Φ a la salida de la City Gate, posteriormente a se reducirá el diámetro de la misma a 10”, 8” y 6” para dar suministro a los socios comerciales ubicados en Ayala, Cuautla, Yecapixtla, Jiutepec y Cuernavaca, en el estado de Morelos, donde además de la instalación de las ERM de los socios comerciales se tiene planeado construir dos Estaciones de Regulación para realizar el cambio de tubería de acero al carbón a tubería de polietileno de alta densidad, y al mismo tiempo regular la presión de trabajo de 298,6 psi a 100 psi. Las características de los gasoductos a emplear en el sistema de transporte de gas natural se indican a continuación (**Tabla II.1.1.1**):

**Tabla II.1.1.1** Características de los gasoductos que conforman el sistema de transporte.

Diámetro (Φ)	Longitud (m)	Material	Municipios
12”	550	Acero al Carbón	Ayala
10”	11 500		Cuautla y Yecapixtla
8”	37 000		Cuautla, Yautepec, Tlayacapan y Jiutepec
6”	10 160		Ayala y Jiutepec
4”	8 500		Yecapixtla
3”	400		Ayala y Jiutepec
6”	7 600	Polietileno de Alta Densidad	Cuernavaca
4”	4 879		Jiutepec

El gas natural está compuesto principalmente por gas metano, es uno de los combustibles más utilizados en el mundo y al que se tiene acceso en México a través de una red subterránea de tubería de acero que crece constantemente. Sus usos son muy variados, por ejemplo, se utiliza para satisfacer las necesidades energéticas de los hogares, para la operación de sistemas de calefacción y de aire acondicionado, en diversas actividades industriales y, principalmente, para la generación de electricidad. En muchas ocasiones el gas natural se agrupa con otros hidrocarburos; sin embargo, tiene características únicas que lo diferencian de los demás combustibles, ya que contamina menos cuando arde y a su vez es más eficiente en los procesos de calentamiento.

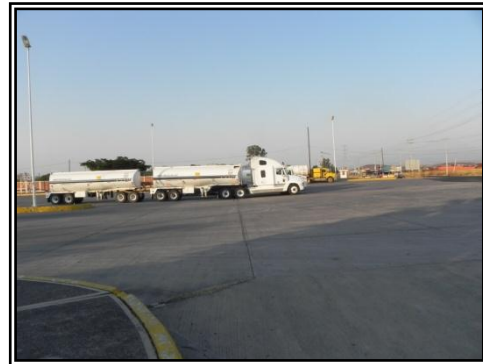
Es importante mencionar que el metano no tiene olor ni color. Es más ligero que el aire así que no se mezcla cuando se libera a la atmósfera y por ende en un espacio abierto no existe peligro de combustión.



El crecimiento y desarrollo industrial de la zona, permitirá a la Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V., cubrir la necesidad y demanda de Gas Natural para sus 13 socios comerciales y con la posibilidad de que a futuro se puedan integrar otras empresas a éste gasoducto. El contar con Gas Natural como combustible, permitirá tener combustión menos impactante en el medio ambiente, costos de mantenimiento menores, ahorros por menor generación de Residuos Peligrosos y una combustión más eficiente.

❖ **Descripción técnica y Ambiental del presente proyecto.**

El sistema de transporte de gas natural de la Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V. (CAGNM), inicia en las coordenadas 18° 46' 14,62"N y 98° 53' 29,15"O en la interconexión con el gasoducto principal de 30" propiedad de la empresa ELECNOR y la City Gate Morelos, en la cual iniciará el gasoducto principal de transporte con diámetro de 12" y una longitud de 550 m en dirección Noroeste hasta llegar a las coordenadas 18° 46' 21,57" N y 98° 53' 45,45" O donde se realizará la bifurcación del gasoducto antes mencionado y se reducirá el diámetro del mismo a 10" y 6", respectivamente, éste último se extenderá en dirección Sur hasta llegar al Parque Industrial Cuautla, donde se proporcionará suministro de gas natural a dos socios comerciales. Este ramal de transporte seguirá el derecho de vía de una vialidad existente en donde la presencia de impactos es notable debido a las actividades industriales de dicha zona.



Retornando a las coordenadas 18° 46' 21,57" N y 98° 53' 45,45" O, el gasoducto de 10" seguirá el derecho de vía de la carretera Federal No. 160 en dirección Noroeste hasta llegar a las coordenadas 18° 46' 30,8" N y 98° 53' 51,22" O donde se realizará el cruce direccional de un arroyo ubicado dentro del municipio de Cuautla, Mor. el cual presenta vegetación silvestre compuesta principalmente por pastizal inducido.







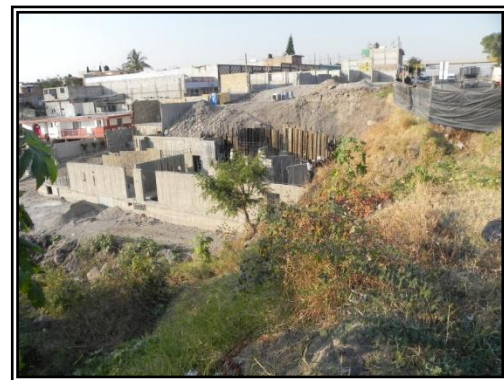
El gasoducto de 10" continúa sobre el derecho de vía de la carretera Federal No. 160, en donde al momento de los recorridos en campo se observaron impactos directos al ecosistema presente en dicha zona debido a las actividades de construcción y remodelación de la carretera antes mencionada, lo cual hace que la calidad paisajista del sistema ambiental se afecte negativamente, por lo que las actividades a realizar para la construcción e instalación del gasoducto de 10" se realizarán de tal manera que no se aumente la generación de impactos y contribuya a la modificación actual del ecosistema, por lo que, desde el diseño ejecutivo del presente proyecto se definieron los procedimientos de construcción y las medidas de seguridad a contemplar para la prevención y mitigación de impactos en caso de ser generados.



Siguiendo por el derecho de vía de la carretera Federal No. 160, se llega a las coordenadas  $18^{\circ} 46' 48.72''$  N y  $98^{\circ} 54' 02.74''$  O, en donde se realizará el cruce de manera direccional de un arroyo localizado a las afueras de la ciudad de Cuautla, Mor., mismo que al momento de los recorridos no presentaba escurrimiento fluvial,



Posterior al cruce anterior, se continua hacia el Noroeste hasta llegar a la localidad urbana de Juan Morales en el estado de Yecapixtla, donde el uso de suelo está destinado principalmente a zonas habitacionales, comercios y zonas de recreación (parques y jardines), en donde además de constatar impactos al suelo natural debido al constante crecimiento de la mancha urbana, se verificó que el derecho de vía de la carretera donde se instalará el gasoducto de 10" se encuentra impactado por residuos sólidos urbanos generados por los habitantes de la región, lo cual representa una problemática de gran escala ya que esto provoca que la comunidad florística y la composición natural del suelo se vea directamente afectada, por lo que Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, tomará las medidas de seguridad necesarias para la prevención y mitigación de impactos.



Cabe mencionar que en el tramo del gasoducto de 10" ubicado dentro de la localidad urbana de Juan Morales, corresponde a la Unidad de Gestión Ambiental No. 46, incluida dentro del Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Volcán Popocatepetl y su Zona de Influencia, la cual establece la política de Aprovechamiento y una serie de criterios ecológicos mismos que se deberán de vincular con las características del proyecto (para mayos detalle, Ver Capítulo III).

Continuando sobre el derecho de vía de la carretera Federal No. 160 se llega a las coordenadas 18° 50' 12.58" N y 98° 55' 23.96" O, en donde se interconectará un gasoducto de 4" en Acero al Carbón para dar suministro a uno de los socios de CAGNM, localizado dentro del municipio de Yecapixtla.

Con el derecho de vía de la carretera 160, y posterior a realizar la interconexión del gasoducto de 4", se cruzan el Río Fondo Rocosó (18° 50' 25.33" N y 98° 55' 31.85" O) y el Río Cuautla (18° 50' 40.94" N y 98° 55' 40.40" O), mismos, que al igual que los arroyos mencionados anteriormente, se





cruzarán con el método de perforación direccional, lo cual permite la instalación del gasoducto sin causar impactos negativos a la composición física y de relieve de los cuerpos de agua.



Cabe mencionar que el sistema ambiental que conforma el área de influencia del presente proyecto, presenta modificaciones en su paisaje debido a los impactos generados hacia el ecosistema, principalmente por las actividades antropogénicas de los habitantes de la región y de los propios usuarios de la carretera federal No. 160, además de que las modificaciones y cambios de uso de suelo inapropiados han ocasionado que los factores bióticos y abióticos presenten una estructura diferente a la de sus composiciones naturales originales ya que se constató durante los recorridos en campo, que la mancha urbana de las ciudades de Cuautla, Morelos y Juan Morales, en Yecapixtla, están creciendo hacia áreas donde se ha recurrido a la acción de despalme de la cobertura vegetal superficial, acciones que directa e indirectamente han ocasionado que la fauna característica de la región sufra los embates de las actividades antropogénicas. Por lo anterior, es claro resaltar que desde la planeación y diseño ejecutivo del proyecto se consideró la problemática ambiental actual de la zona, por lo que se determinó la instalación del gasoducto dentro del derecho de vía de la carretera Federal No. 160, donde el suelo presente se encuentra en su mayor cobertura impactado por la erosión y las actividades de mantenimiento de dicha vialidad, con esto, la empresa promotora del proyecto, demuestra el gran compromiso de instalar un proyecto sustentable que contribuya con el desarrollo industrial del estado de Morelos.





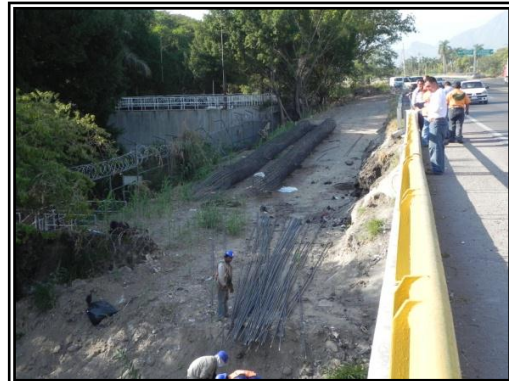
Posterior al cruce con las ciudades de Cuautla y Juan Morales, el gasoducto principal toma el derecho de vía de la carretera Federal No. 115, y en las coordenadas 18° 51' 22.39" N y 98° 56' 31.43" O, se reduce el diámetro del gasoducto de 10" a 8", y de igual manera se realiza la interconexión de un ramal en acero al carbón de 6" para dar suministro a uno de los socios de CAGNM localizado en dirección Oeste.

El gasoducto de 8" tendrá una longitud total de 37 Km, ya que se extenderá hasta llegar a la ciudad de Jiutepec, a la entrada del parque industrial CIVAC, y se instalará dentro del derecho de vía de carreteras federales de las cuales, a los costados de la carretera Federal No. 115 se localizan las localidades urbanas de Oaxtepec, Cocoyoc, Los Arcos y Yautepec, donde el uso de suelo predominantes es el de agricultura de temporal y de riego (**Fuente: INEGI**), ya que durante los recorridos por el derecho de vía del gasoducto se observaron terrenos dedicados a las actividades agropecuarias de los habitantes de la región, mismos que no se verán afectados, dado que la instalación del gasoducto se realizará dentro del derecho de vía de la carretera Federal No. 115 y posteriormente en las coordenadas 18° 53' 06.59" N y 98° 59' 08.91" O, se retomará nuevamente el derecho de vía de la carretera Federal 160, para continuar hacia el municipio de Yautepec.



En el paso del gasoducto de 8" por el municipio de Yautepec, se realizarán cruces importantes del río Yautepec, ya que éste será cruzado en tres ocasiones de manera direccional, con el objeto de no causar impactos significativos a la composición física del mismo, aunque cabe mencionar que se verificó que dicho cuerpo de agua actualmente se encuentra impactado por la realización de una obra civil consistente en la ampliación de la carretera Federal No. 160, por lo que las actividades a realizar para la instalación de gasoducto no contribuirán a la generación de impactos identificados actualmente.





Después de realizar los cruces importantes antes mencionados, la trayectoria del gasoducto se introduce al Cañón de Lobos, mismo que se encuentra en el límite del municipio de Yautepec con el municipio de Jiutepec. Dicha área está considerada como un área Importante para la Conservación de Aves (AICA), por parte de la CONABIO con el No. 39, donde la principal amenaza al Bosque Tropical Caducifolio de la zona es el desarrollo urbano y la agricultura, por lo que para la instalación del gasoducto de 8', se apegará con estricto orden a los procedimientos específicos de construcción de Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos y a las normas ambientales mexicanas, estableciendo medidas preventivas y de mitigación de impactos a generar.

Cabe mencionar, que actualmente la zona que corresponde al Cañón de Lobos, en específico sobre el derecho de vía de la carretera Federal No. 160, se encuentra altamente impactado por la presencia de residuos sólidos urbanos y de manejo especial, generados por los habitantes de la región y de los propios usuarios de la carretera antes mencionada.





A la salida del Cañón de Lobos se localiza el municipio de Jiutepec, donde el uso de suelo es principalmente de Zona Urbana e Industrial, ya que en la ciudad con el mismo nombre se localiza la mayoría de los socios a los que se les dará suministro de gas natural, en específico dentro del parque Industrial CIVAC. Es importante señalar, que en las conurbaciones de Jiutepec y Cuernavaca, el sistema ambiental se extenderá únicamente sobre zonas habitacionales, comerciales e industriales, por lo que los impactos a generar al ecosistema presente en la zona, serán mínimos dado que la instalación del gasoducto se realizará de manera direccional, con lo cual se preservarán las vialidades existentes en las ciudades antes mencionadas. Así mismo, la calidad paisajista de esta zona, se ve afectada por la industrialización y creación de asentamientos humanos irregulares, ya que esto ha provocado la modificación del ecosistema natural original, lo cual se traduce en impactos directos al sistema ambiental que delimita al proyecto del gasoducto.

Por lo anterior, y dado que la instalación del gasoducto se realizará con apego a procedimientos de construcción y a las normas oficiales mexicanas en materia ambiental, se concluye que el proyecto es ambientalmente viable, ya que si bien, se generarán impactos negativos al suelo natural de la región, Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, cuenta con medidas preventivas y un programa de mitigación de impactos para la restauración de las áreas afectadas por la obra civil del proyecto.

### **II.1.2 Selección del sitio**

Dentro de la planeación del presente proyecto, se plantea como objetivo principal, trabajar sustentablemente en las diferentes etapas del mismo, es por eso que para la selección del sitio, se tomaron en cuenta los derechos de vía existentes en la zona, principalmente el de carreteras Federales y Municipales, esto con el objetivo de reducir significativamente los impactos al medio ambiente que se pudieran generar por las actividades de despalme en la etapa de preparación del sitio y por la apertura de zanjas en la etapa de construcción. Además como un beneficio para el proyecto y como buena medida de seguridad, contar con una ruta de acceso rápido a cualquier punto del Gasoducto para la aplicación de mantenimiento al mismo, y para minimizar los tiempos de respuesta en caso de presentarse una emergencia, relacionada con la operación del Gasoducto.

#### **II.1.2.1 Selección de la Trayectoria.**

El trazo propuesto para la línea de transporte de gas natural fue seleccionado en base a los objetivos del proyecto, a los estudios de reconocimiento del sitio, a las vialidades existentes y a la accesibilidad al gasoducto principal de 30"Φ propiedad de la empresa ELECNOR.





En el proceso de selección de la trayectoria de la línea de transporte del energético, se dio la mayor importancia en maximizar el uso de suelo de los derechos de vía existentes en la región, como lo son las carreteras Federales 115 y 160, principalmente, con el objeto de evitar el deterioro del ecosistema entorno al proyecto.

La trayectoria propuesta, evita invadir propiedades privadas, terrenos agrícolas y zonas habitacionales, así como los derechos de vía de ferrocarril y cuerpos de agua, mismos que serán cruzados con el método de perforación direccional.

Para la selección del sitio de instalación de las Estaciones de Medición y Regulación (ERM's) se realizó el análisis y evaluación de la superficie disponible dentro de los predios de los socios comerciales, así como las condiciones de riesgo existentes en la zona y de los requerimientos específicos de la NOM-007-SECRE-2010, la cual establece restricciones en la posición de las ERM's respecto a otros servicios.

Para dicha elección influyeron factores topográficos, operativos y de seguridad, así como ambientales, para provocar el menor impacto posible al medio ambiente, por lo que se considera que la ubicación propuesta es la más adecuada.

Como criterios complementarios utilizados para la selección de la trayectoria se tienen los siguientes:

- Para la definición del trazo se considerando la ruta más corta y segura en coordinación con autoridades municipales,
- Para el cruzamiento de vías ferroviarias y los Ríos Cuautla, Fondo Rocoso y Yautepec, se usará el método de perforación direccional, el cual permite la instalación del gasoducto sin alterar las características de dichos cuerpos de agua.
- A lo largo de la trayectoria del gasoducto se buscó la manera de utilizar los derechos de vía de vialidades existentes, tales como: carreteras federales, estatales, municipales y avenidas de las zonas urbanas de Cuernavaca, Jiutepec, Cuautla y Yautepec, con el objeto de minimizar el impacto visual a generar por la obra civil del proyecto.

### ***II.1.3 Ubicación física del proyecto y planos de localización***

El Gasoducto principal propiedad de la Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V., iniciará en la interconexión de la City Gate Morelos con el Gasoducto de 30"Φ propiedad de la empresa ELECNOR dentro del municipio de Ayala, mediante gasoducto de acero al carbón de 6"Φ; a la salida de la City Gate se instalará, en dirección Noroeste, un gasoducto de 12"Φ con una longitud de 0,55 Km, para posteriormente realizar la bifurcación del mismo e interconectar dos gasoductos con diámetro de 10"Φ y 6"Φ, respectivamente, este último se extenderá en dirección Sur, hacia el Parque Industrial de Cuautla con una longitud de 4,7 Km, para dar suministro a las ERM SAINT GOBAIN y CONTINENTAL. El gasoducto restante con diámetro de 10"Φ, seguirá el derecho de vía de la carretera Federal No. 160 en dirección Noroeste hasta llegar a las coordenadas 18° 50' 12,14" Latitud Norte y 98° 55' 24,76" Longitud Oeste que es donde se extenderá un gasoducto de acero al carbón con diámetro de 4" en dirección Noreste, para dar suministro al socio BURLINGTON. El gasoducto de 10"Φ continúa por el derecho de vía de la carretera Federal 115, hasta llegar al punto 18° 51' 22,46" Latitud Norte y 98° 56' 30,61" Longitud Oeste, de donde saldrá un gasoducto de acero al carbón de 6"Φ en dirección Oeste para dar suministro al socio INGENIO y en ese mismo punto realizar la reducción del diámetro de 10" a 8" para continuar sobre el derecho de vía de la carretera Federal No. 115 hasta llegar al punto con coordenadas 18° 53' 06,72" Latitud Norte y 98° 59' 08,96", donde retomará nuevamente el derecho de vía de la carretera Federal No. 160, para

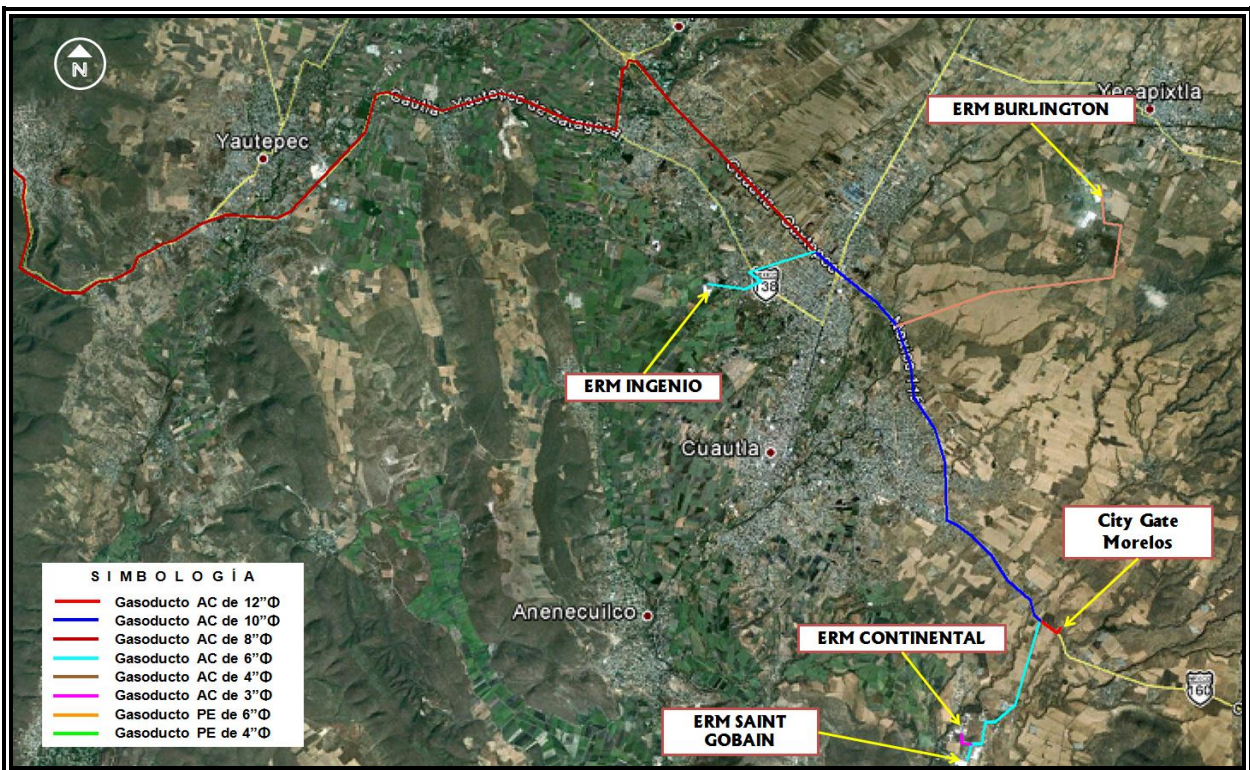




seguir hacia el Oeste hasta llegar al municipio de Jiutepec que es donde se instalarán las Estaciones de Regulación y Medición (ERM's) KOLORINES, BUKMAN, NISSAN, DR. REDDYS, UQUIFA, UNILEVER y BAXTER, ya localizadas en el Parque Industrial CIVAC, y alimentadas mediante tubería de polietileno de 4"Φ, en el caso de la ERM BAXTER.

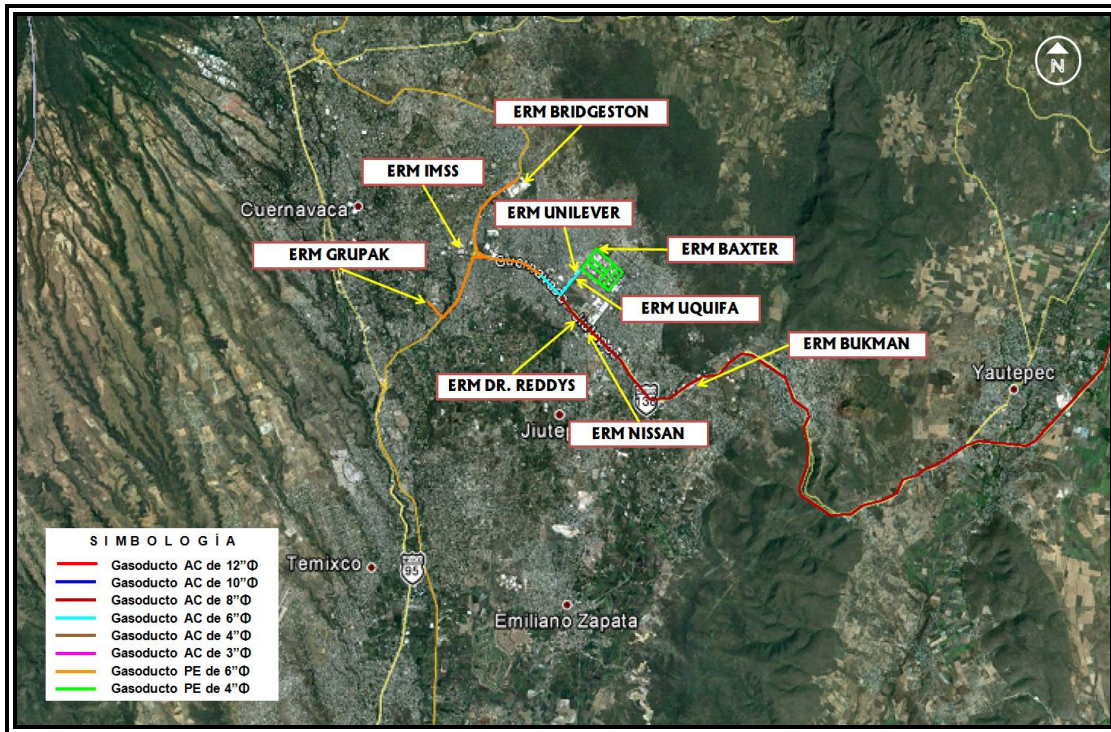
Para dar suministro a los socios IMSS, BRIDGESTONE y GRUPAK ubicados en la ciudad de Cuernavaca, se empleará tubería de polietileno de 6"Φ.

**Ver Anexo 1** Plano General del Gasoducto principal.



**Figura II.1.1** Trayectoria del gasoducto principal, desde el municipio de Ayala hasta el municipio de Yautepec donde se aprecian las ciudades que cruza la misma.

Fuente: Google Earth.



**Figura II.1.2** Trayectoria del gasoducto principal, desde el municipio de Yautepec hasta el municipio de Cuernavaca.

Fuente: Google Earth.

Durante la instalación del Gasoducto principal para el suministro de Gas Natural a los socios de Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V., se realizarán cruces importantes, tales como arroyos, ríos, instalaciones de riesgo (gasolineras, estaciones de gas y subestaciones), así como unidades médicas y educativas, los cuales se indican a continuación.

**Tabla II.1.3.1** Instalaciones de riesgo ubicadas en la trayectoria del Gasoducto principal.

Instalación	Coordenadas	
	Latitud (N)	Longitud (O)
Gasolinera 3040	18° 54' 41.79"	99° 10' 52.13"
Gasolinera 4605	18° 54' 00.73"	99° 10' 19.66"
Gasolinera 5006	18° 53' 41.72"	99° 09' 58.75"
Gasolinera 6903	18° 53' 32.25"	99° 07' 47.07"
Gasolinera 7383	18° 53' 25.74"	99° 07' 38.26"
Estación de Gas Carburación	18° 51' 19.58"	99° 06' 38.92"
Gasolinera 10330	18° 52' 13.99"	99° 04' 08.73"
Gasolinera 00453	18° 53' 38.81"	99° 01' 55.45"
Gasera Global Gas	18° 53' 39.67"	99° 00' 33.23"
Gasolinera 9574	18° 51' 00.22"	98° 56' 07.71"
Subestación Eléctrica	18° 50' 47.51"	98° 55' 52.91"
Estación de Gas Carburación	18° 49' 56.58"	98° 55' 21.40"
Gasolinera 7930	18° 49' 11.89"	98° 55' 10.02"
Gasolinera 8020	18° 49' 04.85"	98° 55' 07.97"





**Continuación. Tabla II.1.3.1** Instalaciones de riesgo ubicadas en la trayectoria del Gasoducto principal.

Instalación	Coordenadas	
	Latitud (N)	Longitud (O)
Estación de Gas Carburación	18° 48' 45.79"	98° 54' 59.94"
Gasolinera 9447	18° 46' 56.48"	98° 54' 11.23"
PEMEX TAR y Subestación eléctrica	18° 45' 03.59"	98° 54' 32.19"

Fuente: Información recopilada durante los recorridos en campo y verificada mediante Google Earth e INEGI.

**Tabla II.1.3.2** Centros comerciales e instituciones educativas ubicadas en la trayectoria del gasoducto principal.

Instalación	Coordenadas	
	Latitud (N)	Longitud (O)
Chedraui	18° 55' 13.5"	99° 11' 52.57"
Walmart	18° 54' 07.85"	99° 10' 27.67"
Enfrente de Comercial Mexicana	18° 53' 47.00"	99° 10' 06.10"
Frente a Colegio Monte Alban	18° 53' 20.24"	99° 07' 32.25"
Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA)	18° 53' 06.09"	99° 09' 34.53"
Instituto Politécnico Nacional Campus Morelos	18° 53' 28.40"	99° 08' 26.70"
Cruce de camino enfrente de SAM's	18° 51' 59.13"	98° 57' 04.14"

Fuente: Información recopilada durante los recorridos en campo y verificada mediante Google Earth e INEGI.

**Tabla II.1.3.3** Cruces importantes donde se realizará la perforación direccional para la instalación del gasoducto principal.

Cruce	Coordenadas	
	Latitud (N)	Longitud (O)
Cruce de Arroyo	18° 51' 27.65"	99° 07' 02.49"
Cruce de Río Yautepec	18° 52' 15.38"	99° 04' 15.84"
Cruce de Río Yautepec	18° 53' 55.36"	98° 58' 57.68"
Cruce de Río Yautepec	18° 53' 55.30"	98° 58' 46.38"
Cruce de Arroyo	18° 53' 30.04"	98° 58' 26.71"
Cruce de Río Yautepec	18° 52' 51.50"	98° 57' 52.32"
Cruce de Arroyo	18° 52' 22.71"	98° 57' 26.04"
Cruce de Arroyo	18° 52' 06.60"	98° 57' 11.24"
Cruce de Arroyo	18° 51' 37.06"	98° 56' 43.60"
Cruce de arroyo	18° 51' 31.78"	98° 56' 38.77"
Cruce de Río Cuautla	18° 50' 50.91"	98° 55' 56.76"
Cruce de Ferrocarril	18° 50' 42.55"	98° 55' 47.66"
Cruce de Río Fondo Rocoso	18° 50' 25.44"	98° 55' 31.85"
Cruce de Arroyo	18° 50' 01.22"	98° 55' 22.73"
Cruce de Arroyo	18° 49' 41.57"	98° 55' 19.58"





**Continuación. Tabla II.1.3.3** Cruces importantes donde se realizará la perforación direccional para la instalación del gasoducto principal.

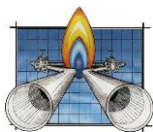
Cruce	Coordenadas	
	Latitud (N)	Longitud (O)
Cruce de arroyo	18° 49' 31.88"	98° 55' 19.52"
Cruce de Arroyo	18° 48' 25.82"	98° 54' 55.93"
Cruce de Arroyo	18° 48' 07.44"	98° 54' 56.77"
Cruce de Arroyo	18° 47' 05.34"	98° 54' 15.86"
Cruce de Arroyo. Puente los Guayabos	18° 46' 48.59"	98° 54' 02.93"
Cruce carretero	18° 46' 43.49"	98° 53' 57.45"
Cruce de Río. Puente los Papayos	18° 46' 31.04"	98° 53' 51.18"

Fuente: Información recopilada durante los recorridos en campo y verificada mediante Google Earth e INEGI.

Como ya se citó en el punto II.1, el proyecto consiste en el diseño ejecutivo para la construcción y operación de un Gasoducto compuesto por diámetros de 12"Φ, 10"Φ, 8" Φ y 6" Φ, debido a que consiste en un proyecto lineal, a continuación se describen los principales puntos de inflexión del trayecto:

**Tabla II.1.3.4** Ubicación de los puntos de inflexión del gasoducto principal.

Punto de inflexión	Dirección	Longitud (Km)	Diámetro	Coordenadas	
				Latitud N	Longitud O
1	Noroeste	0,17	12"Φ AC	18° 46' 17,94"	98° 53' 41,03"
2	Suroeste	3,34	6"Φ AC	18° 46' 21,38"	98° 53' 45,26"
3	Oeste	0,24	6"Φ AC	18° 45' 02,09"	98° 54' 25,62"
4	Sur	0,58	6"Φ AC	18° 45' 02,59"	98° 54' 33,96"
5	Oeste	0,39	6"Φ AC	18° 44' 44,49"	98° 54' 37,99"
6	Sur	0,35	6"Φ AC	18° 44' 46,47"	98° 54' 50,73"
7	Norte	0,20	3"Φ AC	18° 44' 47,95"	98° 54' 55,50"
8	Noroeste	3,4	10"Φ AC	18° 46' 21,99"	98° 53' 45,29"
9	Norte	5,06	10"Φ AC	18° 47' 44,33"	98° 54' 57,44"
10	Noroeste	2,63	10"Φ AC	18° 50' 22,40"	98° 55' 28,61"
11	Oeste	1,64	6"Φ AC	18° 51' 22,96"	98° 56' 30,60"
12	Sur	0,21	6"Φ AC	18° 51' 08,14"	98° 57' 23,84"
13	Noreste	8,28	4"Φ AC	18° 50' 12,20"	98° 55' 24,70"
14	Noroeste	6,48	8"Φ AC	18° 51' 22,99"	98° 56' 30,00"
15	Suroeste	7,79	8"Φ AC	18° 54' 00,68"	98° 58' 55,72"
16	Oeste	6,02	8"Φ AC	18° 53' 06,38"	98° 59' 08,87"
17	Suroeste	10,86	8"Φ AC	18° 53' 46,91"	99° 02' 20,61"
18	Norte	4,47	8"Φ AC	18° 51' 42,90"	99° 07' 22,59"
19	Suroeste	3,13	8"Φ AC	18° 53' 43,55"	99° 08' 05,49"
20	Noroeste	3,61	8"Φ AC	18° 53' 07,21"	99° 09' 42,64"
21	Noreste	0,9	6"Φ AC	18° 54' 39,93"	99° 10' 51,89"
22	Sureste	1,10	4"Φ PE	18° 55' 02,41"	99° 10' 33,68"
23	Noreste	0,56	4"Φ PE	18° 54' 36,99"	99° 10' 02,84"



Continuación... Tabla II.1.3.4 Ubicación de los puntos de inflexión del gasoducto principal.

Punto de inflexión	Dirección	Longitud (Km)	Diámetro	Coordenadas	
				Latitud N	Longitud O
24	Noroeste	1,16	4"Φ PE	18° 54' 50,79"	99° 09' 50,34"
25	Suroeste	0,57	4"Φ PE	18° 55' 15,31"	99° 10' 19,90"
26	Noreste	0,56	4"Φ PE	18° 54' 45,45"	99° 10' 12,61"
27	Noreste	0,56	4"Φ PE	18° 54' 41,30"	99° 10' 07,73"
28	Sureste	0,79	4"Φ PE	18° 55' 07,54"	99° 10' 28,25"
29	Sureste	0,79	4"Φ PE	18° 55' 10,38"	99° 10' 25,27"
30	Noroeste	0,88	6"Φ AC	18° 54' 39,99"	99° 10' 52,22"
		2,06	6"Φ PE		
31	Suroeste	2,16	6"Φ PE	18° 55' 15,06"	99° 12' 11,35"
32	Norte	2,38	6"Φ PE	18° 55' 15,99"	99° 12' 02,56"

Fuente: Google Earth e INEGI.

#### II.1.4 Inversión requerida

La inversión total del proyecto será de \$146 645 528,96 (ciento cuarenta y seis millones seiscientos cuarenta y cinco mil quinientos veintiocho <sup>45</sup>/<sub>100</sub> M.N.), la cual se desglosa en la siguiente tabla:

Concepto	Cantidad (lotes)	Costo unitario	Importe Total
Materiales de Acero al Carbón	1.00	48 573 848,41	48 573 848,41
Materiales diversos	1.00	558 566,30	558 566,30
Obra Civil (mano de obra)	1.00	63 157 669,3	63 157 669,39
Permisos y Administrativos	1.00	9 085 025,00	9 085 025
Disciplina mecánica	1.00	5 043 450,35	5 043 450,35
<b>Subtotal</b>			126 418 559,45
<b>IVA 16%</b>			20 226 969,51
<b>Importe Total de la Obra</b>			146 645 528,96

#### II.1.5 Dimensiones del proyecto

El sistema de transporte de la Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V., consiste en el diseño ejecutivo de un gasoducto principal compuesto por tubería de 12"Φ, 10"Φ, 8"Φ y 6"Φ, de los cuales a continuación se indican la especificación de los materiales:

Tubería de acero API 5L Grado X42 con diámetro de 12"Φ y espesor de 0,219 pulgadas: Este gasoducto tendrá una longitud de 0,550 Km, el cual partirá de la City Gate Morelos instalada en el municipio de Ayala, en el punto con coordenadas geográficas de 18° 46'11,66" Latitud Norte y 98° 53' 33,56" Longitud Oeste.

Tubería de acero API 5L Grado X42 con diámetro de 10"Φ y espesor de 0,219 pulgadas: Contará con una longitud total de 11,5 Km, y su trayectoria cruzará los municipios de Ayala, Yecapixtla y Cuautla,



Tubería de acero API 5L Grado X42 con diámetro de 8"Φ y espesor de 0,219 pulgadas: Con una longitud de 37 Km, su trayectoria cruzará por los municipios de Cuautla, Yautepec, Tlayacapan, Jiutepec y Cuernavaca,

Tubería de acero API 5L Grado X42 con diámetro de 6"Φ y espesor de 0,219 pulgadas: Éste tendrá una longitud total de 10,16 Km, mismo que su trayectoria cruzará los municipios de Ayala, Cuautla y Jiutepec.

Tubería de acero API 5L Grado X42 con un diámetro de 4"Φ y espesor de 0,237 pulgadas: Cuya trayectoria cruzará el municipio de Yecapixtla, con una longitud total de 8,5 Km.

Tubería de acero API 5L Grado X42 con un diámetro de 3"Φ y espesor de 0,216 pulgadas: Forma parte de los ramales de distribución para dar suministro a las ERM CONTINENTAL y ERM UQUIFA, quedará instalado en los municipios de Ayala y Jiutepec, con una longitud total de 0,4 Km.

Tubería de 6"Φ nominal de Polietileno de Alta Densidad HDPE 3408 SDR11: Ramal de distribución localizado en la ciudad de Cuernavaca para dar suministro a las ERM IMSS, GRUPAK y BRIDGESTON, con una longitud total de 7,6 Km.

Tubería de 4"Φ nominal de Polietileno de Alta Densidad HDPE 3408 SDR11: Ramal de distribución de 4,879 Km, localizado en el Parque Industrial CIVAC.

Para la instalación del gasoducto que conforma el sistema de transporte y los ramales de distribución, se realizará la apertura de una zanja de 0,5 m, de ancho y una profundidad aproximada de 1,5 m, sin embargo, para la realización de maniobras se ocupará una superficie de 5 m de ancho, por lo cual, multiplicado por la longitud total del proyecto (80,58 Km), proporciona una superficie de 402 900 m<sup>2</sup>, como área total a impactar durante los trabajos de obra civil del proyecto. Así mismo, la superficie total a impactar por la apertura de la zanja será de 40 290 m<sup>2</sup> (**Ver Tabla II.1.5.1**)

Aunado a lo anterior, la superficie total donde se ubicará la City Gate Morelos será de 27,79 m<sup>2</sup>.

**Tabla II.1.5.1 Dimensiones del Proyecto.**

<b>Longitud Total</b>	80,58 Km
<b>Superficie de afectación Temporal</b>	402 900 m <sup>2</sup> , misma que estará definida por el ancho de la superficie considerada para el movimiento de maquinaria pesada y vehículos durante la obra civil del proyecto que será de 5 m, multiplicada por la longitud total del sistema de transporte.
<b>Superficie de afectación permanente</b>	40 290 m <sup>2</sup> . Es el área total de afectación por la apertura de la zanja donde quedará alojado el gasoducto, misma que tiene un ancho de 0,5 m por los 80,58 Km de longitud.





Continuación. Tabla II.1.5.1 Dimensiones del Proyecto.

<b>Ancho del derecho de vía</b>	El ancho del derecho de vía del sistema de transporte de gas natural de Morelos, se estableció con estricto apego al numeral 9.3 de la NOM-007-SECRE-2010, y se indican a continuación: Gasoductos de 3"Φ y 4"Φ: 4 m. Gasoductos de 6"Φ y 8"Φ: 6 m. Gasoductos de 10"Φ y 12"Φ: 8 m.
<b>Cruces importantes</b>	Los cruces más importantes a realizar en la instalación del proyecto, son los del Río Yautepec, Río Cuautla y Río Fondo Rocoso, mismos que serán cruzados de manera direccional para la instalación del gasoducto de 8"Φ para el caso del río Yautepec y el gasoducto de 10"Φ para el caso de los Ríos Cuautla y Fondo Rocoso.

### **II.1.6 Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias**

El área comprendida en la trayectoria del Gasoducto desde la interconexión hasta las casetas de regulación en la ciudad de Cuernavaca, se encuentra en la Región Hidrológica No 18 Balsas (**Ver Figura II.1.6.1**), dentro de la Región Hidrológica Prioritaria (RHP) No. 67, identificada con el nombre Río Amacuzac – Lagunas de Zempoala.

Uso de Suelo: La trayectoria del gasoducto principal y sus ramales de distribución, se instalarán principalmente en zonas donde el uso de suelo predominante es de agricultura de Temporal y de Riego (**Ver Foto II.1.6.1**), así como en áreas urbanas principalmente las correspondientes a la mancha urbana de la ciudad de Cuernavaca, Jiutepec, Yautepec y Cuautla, en el estado de Morelos, donde el uso de suelo está destinado principalmente para las unidades habitacionales, áreas de recreación (parques y jardines), industrias, vialidades y centros comerciales, principalmente, por lo que la instalación del gasoducto en lo correspondiente a la mancha urbana, se realizará en su totalidad mediante perforación direccional siguiendo el derecho de vía de la carretera Federal No. 160 (**Ver Fotos II.1.6.2 y II.1.6.3**) en la ciudad de Cuernavaca, Jiutepec y Yautepec, y el derecho de vía de la carretera Federal No. 115 en el tramo Oaxtepec - Cuautla, con el objeto de causar el mínimo de impactos a la infraestructura presente en dichas zonas. (**Ver Figuras II.1.6.2 a la II.6.8**)

\*Para mayor detalle, Ver Planos de Uso de Suelo en **Anexo 7**.

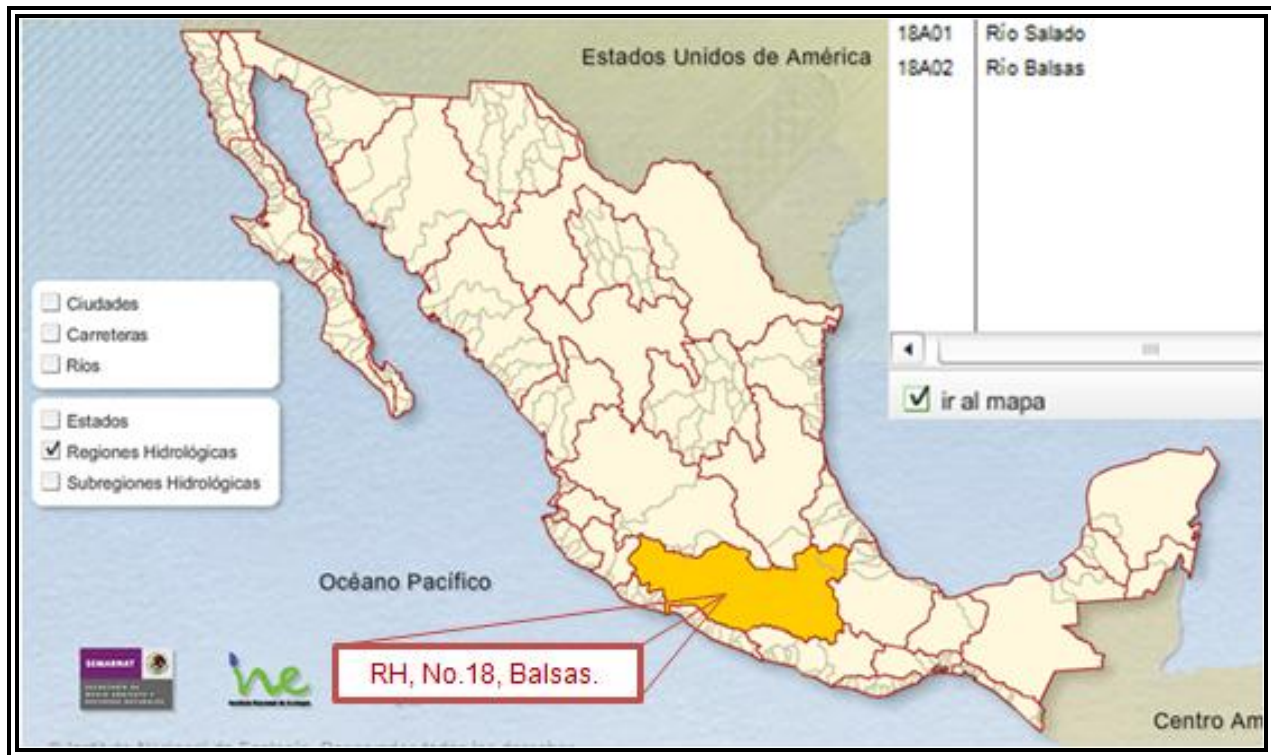


Figura II.1.6.1 Regiones Hidrológicas de México.



Fotos II.1.6.1 y II.1.6.2 Derecho de vía de la carretera Federal No. 160.

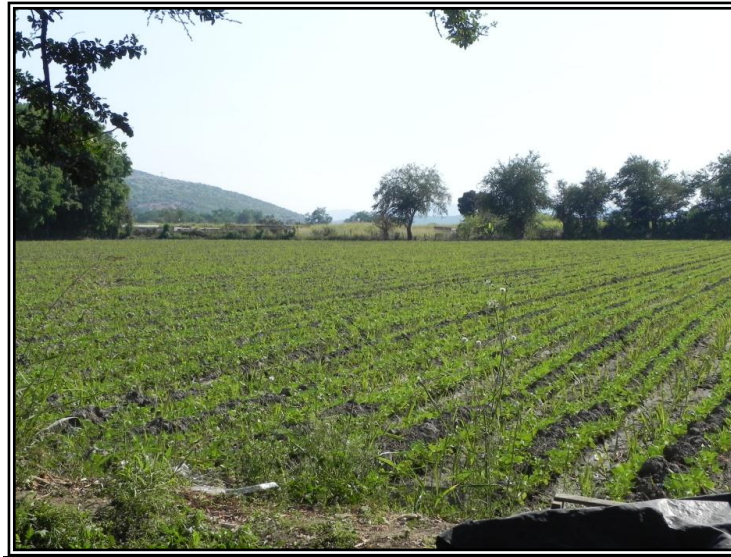


Foto II.1.6.3 Se aprecia un terreno destinado a la agricultura, a un costado de la carretera Federal No. 160.

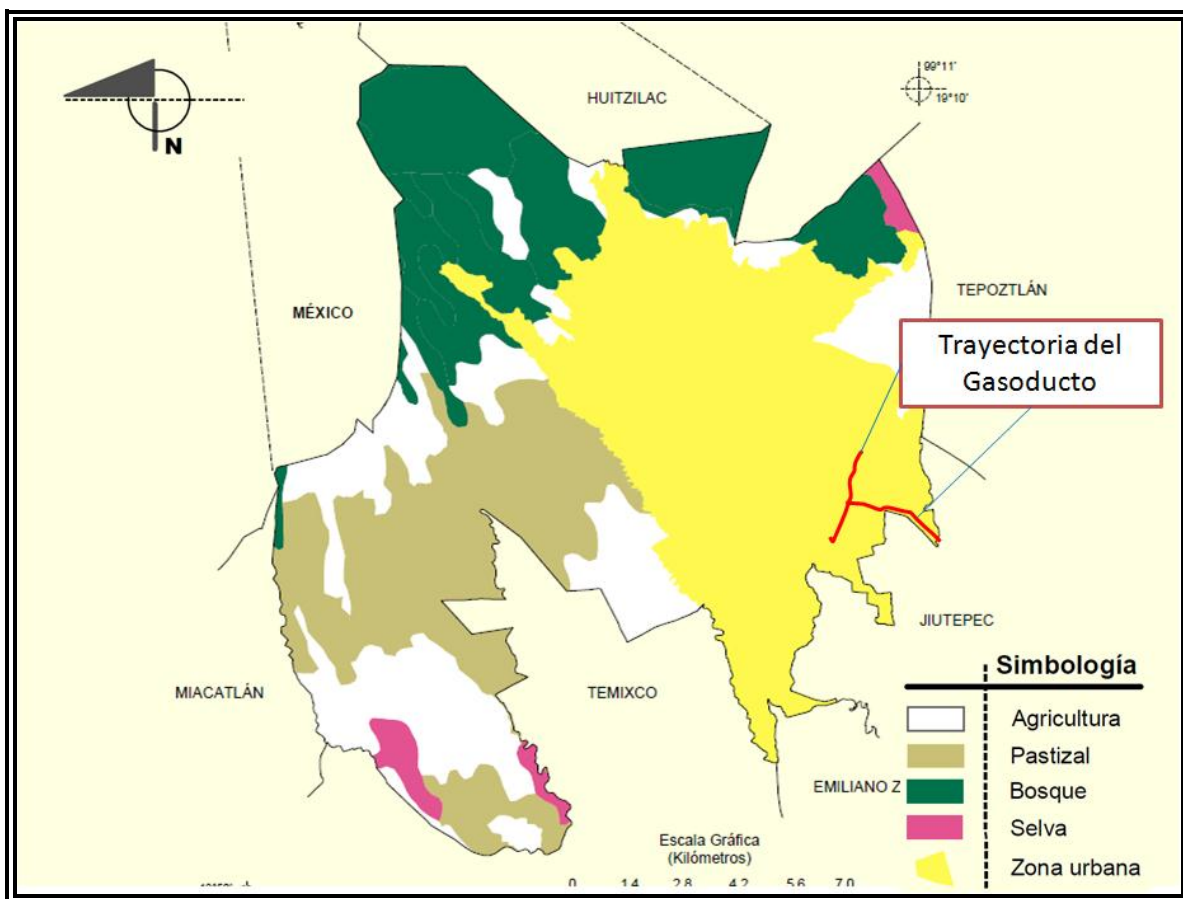


Figura II.1.6.2 Uso de suelo y vegetación en el municipio de Cuernavaca, Morelos.



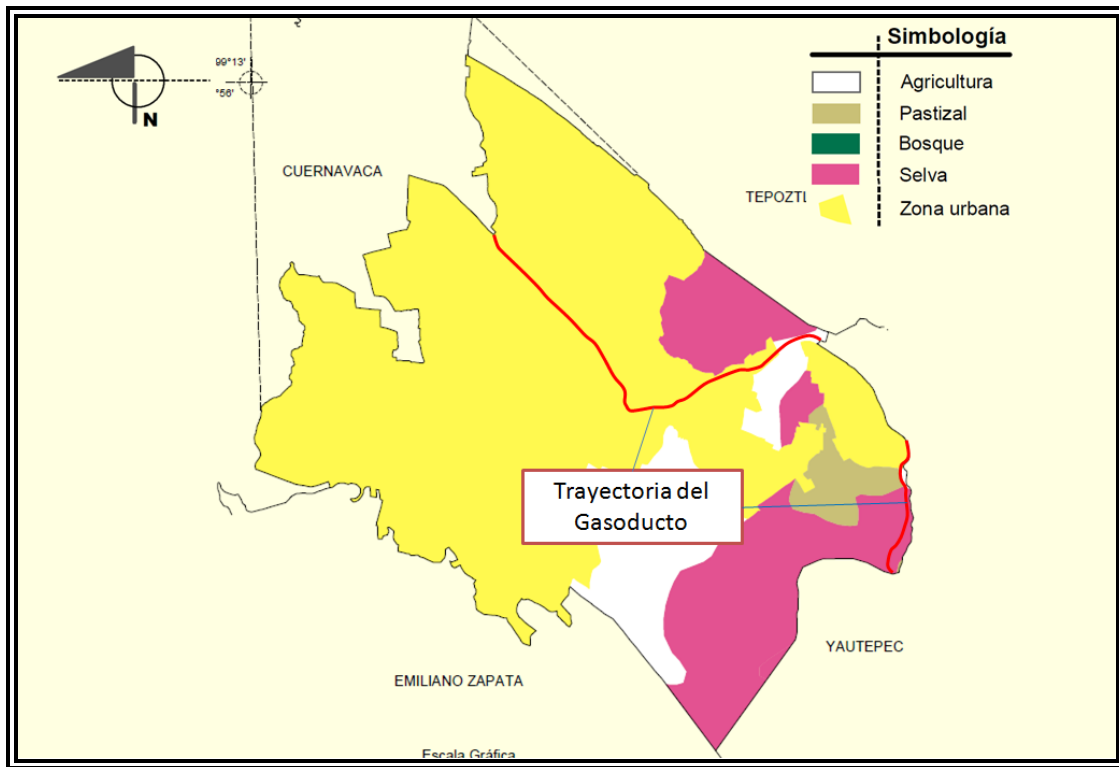


Figura II.1.6.3 Uso de suelo y vegetación en el municipio de Jiutepec, Morelos.

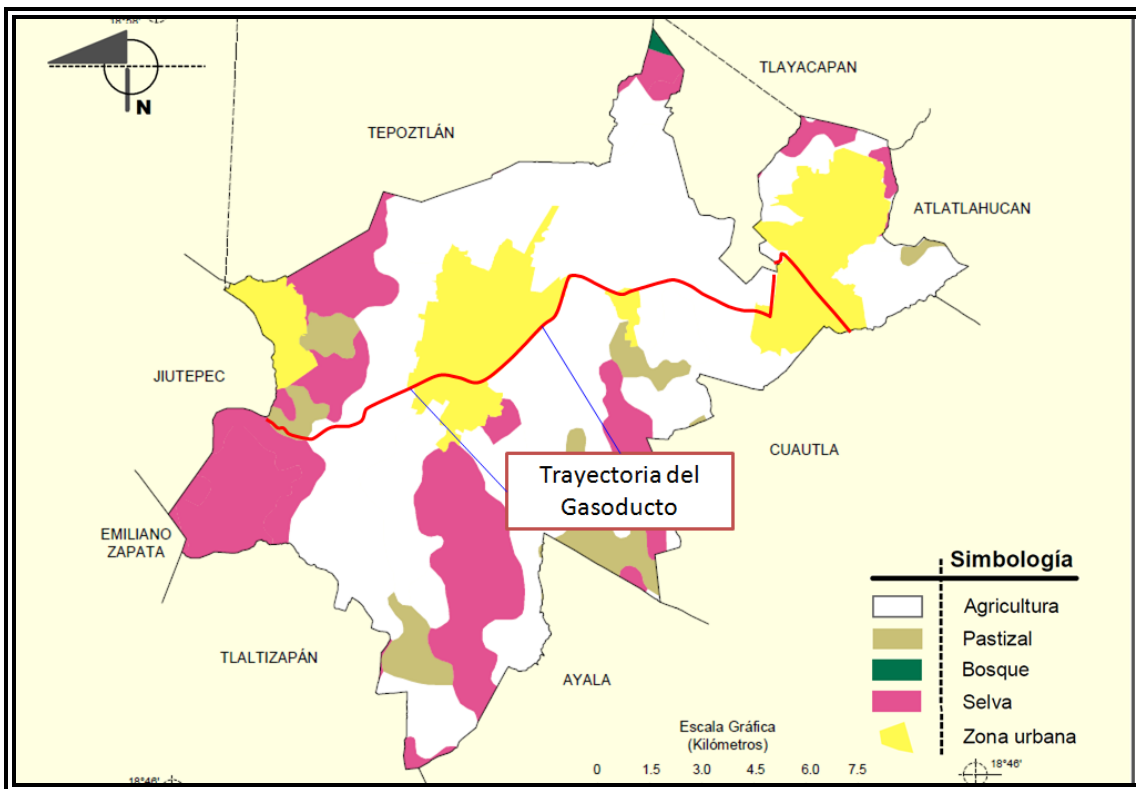


Figura II.1.6.4 Uso de suelo y vegetación en el municipio de Yautepec, Morelos.

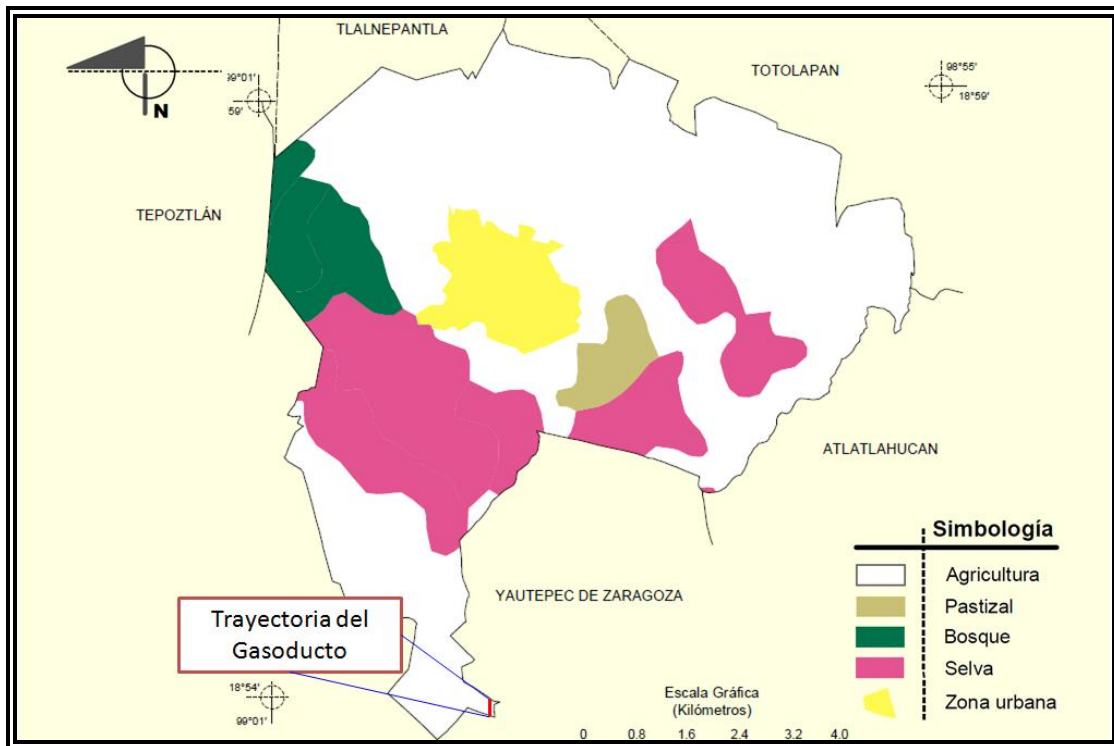


Figura II.1.6.5 Uso de suelo y vegetación en el municipio de Tlayacapan, Morelos.

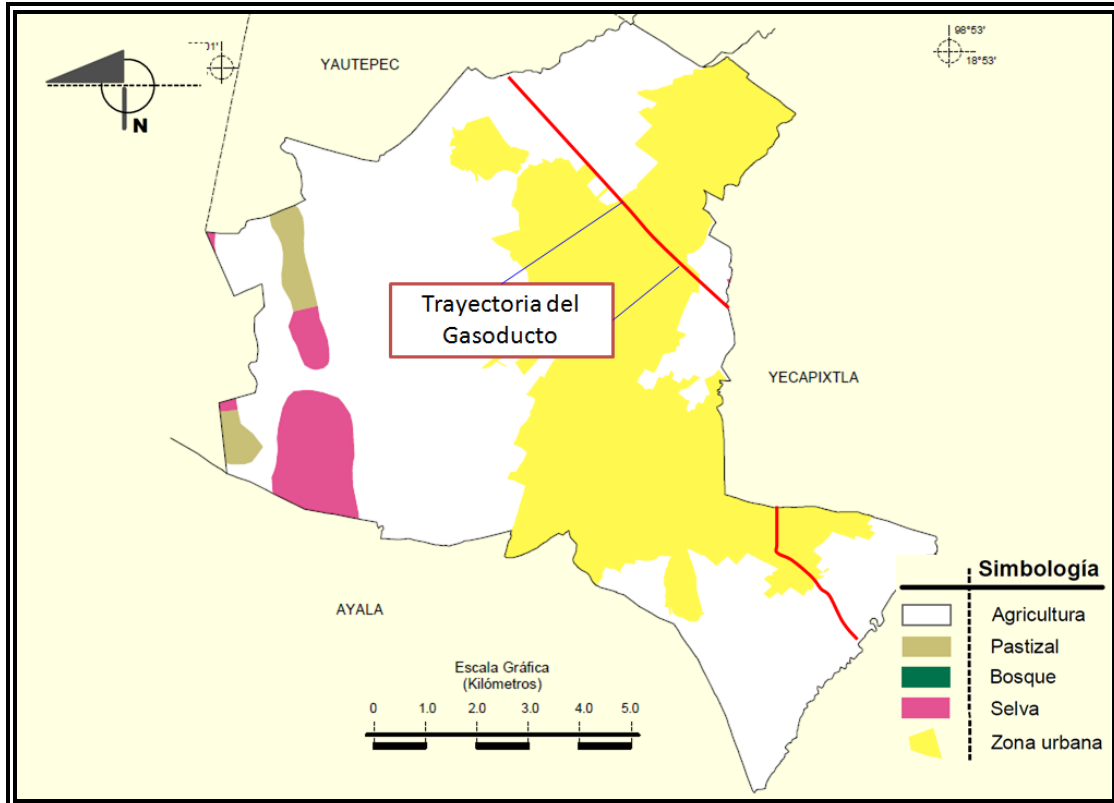


Figura II.1.6.6 Uso de suelo y vegetación en el municipio de Cuautla, Morelos.

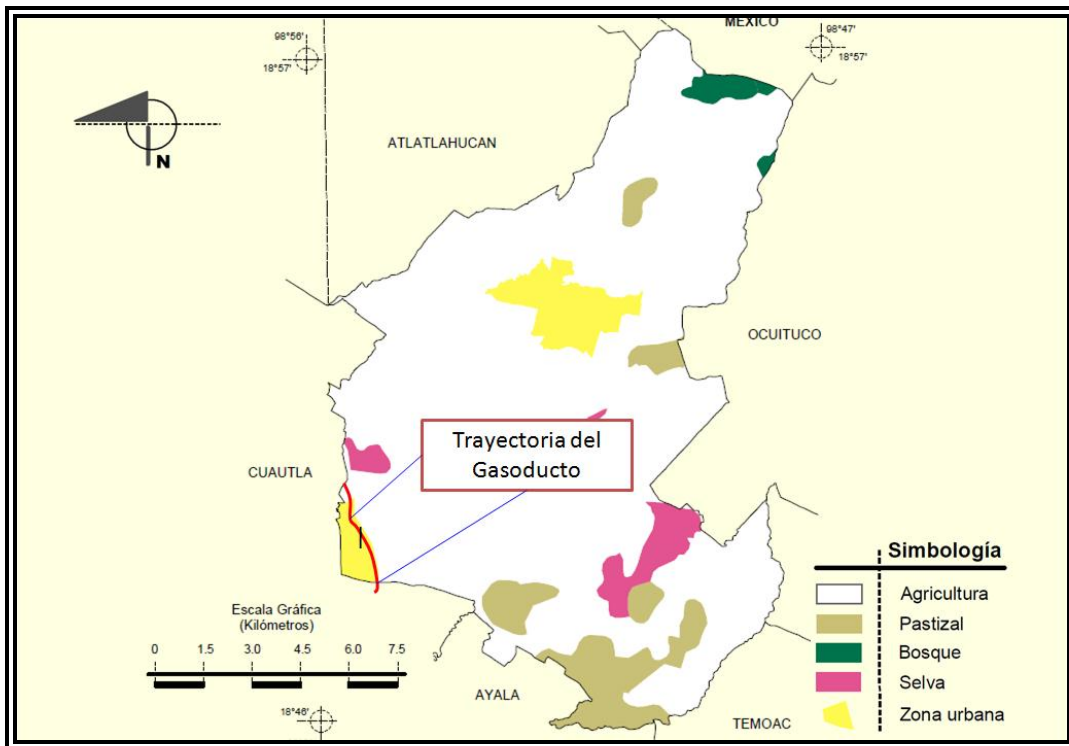


Figura II.1.6.7 Uso de suelo y vegetación en el municipio de Yecapixtla, Morelos.

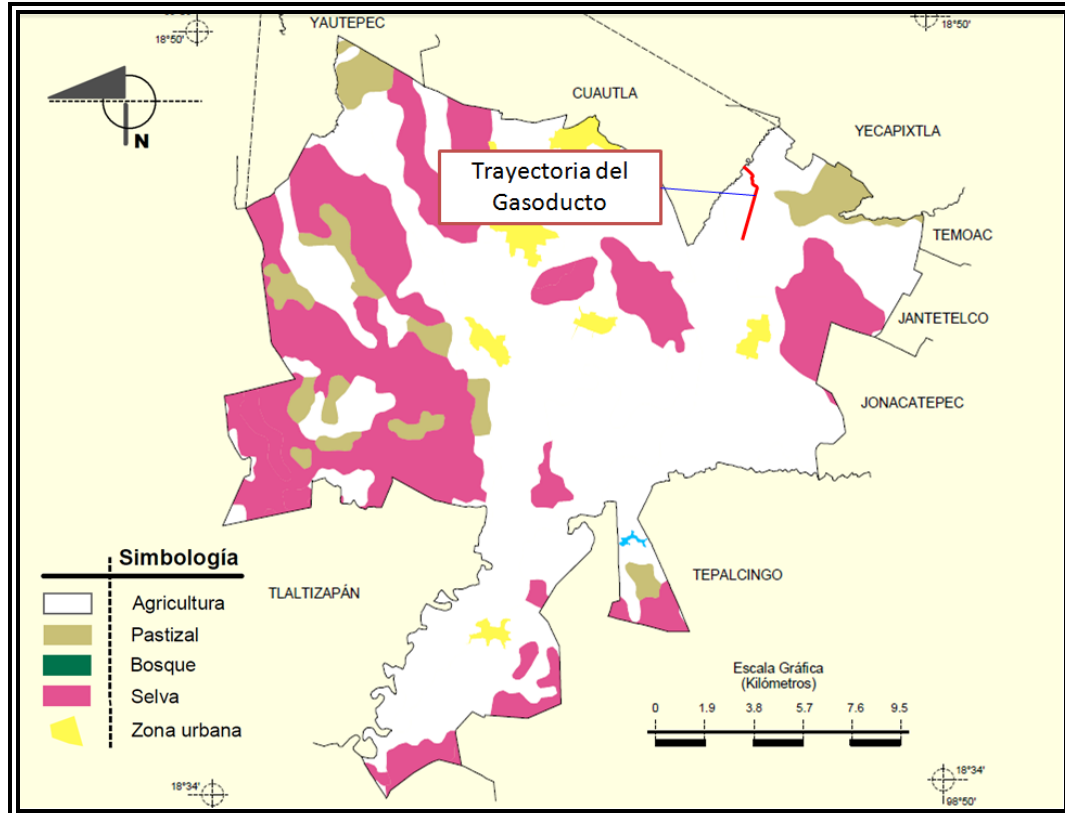


Figura II.1.6.8 Uso de suelo y vegetación en el municipio de Ayala, Morelos.





**Uso de los cuerpos de Agua:** En el área donde se ubicará el proyecto, se localizan diferentes ríos y arroyos que cruzan perpendicularmente el derecho de vía del Gasoducto principal, los cuales son usados principalmente para el riego de campos agrícolas en la temporada de riego. Los primeros arroyos que serán cruzados se localizan dentro del municipio de Ayala en donde se ubican los puentes Papayos y Guayabos, respectivamente (**Ver Fotos II.1.6.4 y II.1.6.5**), posteriormente se localizan los ríos Fondo Rocosos y Cuautla, localizados dentro del municipio de Cuautla (**Ver Fotos II.1.6.6 y II.1.6.7**); los 4 cruces con el río Yautepec, se localizan, tres de ellos en la ciudad de Cocoyoc y uno de ellos en la ciudad de Yautepec, de los cuales, solo el localizado en las coordenadas 18° 52' 51,43" N – 98° 57' 52,36" O, no presentaba escurrimiento fluvial al momento de los recorridos en campo (**Ver Fotos II.1.6.8, II.1.6.9 y II.1.6.10**).

Cabe mencionar que dichos cuerpos de agua, no se verán afectados por la instalación del proyecto, ya que éstos serán cruzados en forma subterránea por el método de Perforación Direccional, el cual no requiere el despalme o acondicionamiento del área a ocupar.



**Foto II.1.6.4** Cruce de arroyo, donde también se localiza el Puente los Papayos.



**Fotos II.1.6.5** Cruce de arroyo, donde también se localiza el Puente los Guayabos.



**Foto II.1.6.6** Cruce del Río Fondo Rocosos.



**Fotos II.1.6.7** Cruce del Río Cuautla.



**Foto II.1.6.8** Río Yautepec localizado en la ciudad de Yautepec



**Fotos II.1.6.9** Cruce del Río Yautepec, en el tramo localizado en la ciudad de Cocoyoc.



**Foto II.1.6.10** Cruce del Río Yautepec, en el tramo localizado en la ciudad de Cocoyoc, el cual no presenta escurrimiento.

### ***II.1.7 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos***

La construcción del proyecto no requiere de servicios ni infraestructura ajena a los proporcionados por la Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V., debido a que el gasoducto se instalara dentro del derecho de vía de las carreteras Federales No. 160 y 115, además no se realizarán campamentos dentro del mismo para la realización de la obra civil del proyecto, ya que los mantenimientos de la maquinaria y vehículos, se realizarán en talleres fuera del área donde se ubicará el proyecto, así mismo se contará con oficinas fuera del derecho de vía del gasoducto principal.

Cabe mencionar, que durante la realización de la obra civil del gasoducto principal, se colocarán contenedores debidamente identificados y delimitados, para el almacenamiento temporal de los residuos sólidos urbanos, para posteriormente ser entregados a un proveedor externo debidamente autorizado por el municipio para la recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos urbanos; lo anterior con el objeto de realizar un buen manejo de dichos residuos desde su generación hasta la disposición de los mismos y evitar la contaminación del suelo.



Aunado a lo anterior, como parte de los servicios auxiliares, se instalarán mingitorios portátiles para el uso personal de la cuadrilla encargada de realizar la construcción e instalación del gasoducto principal.

## ***II.2 Características particulares del proyecto***

Las principales obras a realizar para la puesta en marcha del proyecto, son:

### ***Etapa de construcción.***

- Interconexión de la City Gate Morelos, con el Gasoducto principal propiedad de la empresa ELECNOR.
- Construcción de la Estación de Regulación y Medición (ERM), que estará interconectada al gasoducto mencionado anteriormente por medio de tubería de acero de 6"Φ y así, en ese mismo diámetro pasar por los filtros coalescedores y posteriormente al tren de regulación donde se regulará la presión de salida a 21 Kg/cm<sup>2</sup>, para posteriormente ya a la salida de la City Gate, mediante una reducción campana ampliar, el diámetro a 8"Φ e interconectarse al gasoducto principal de 12"Φ,
- Construcción del sistema de transporte conformado por tubería de acero al carbón de 12"Φ, 10"Φ, 8"Φ y 6"Φ, así como ramales en tubería de polietileno de alta densidad de 6"Φ y 4"Φ.

### ***Etapa de operación y mantenimiento.***

- Operación y mantenimiento del Gasoducto principal.

#### ***II.2.1 Programa general de trabajo***

En el **Anexo 4**, se presenta el programa general de trabajo que desglosa las actividades de construcción y puesta en operación del proyecto.

#### ***II.2.2 Preparación del sitio***

Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V., se encargará de realizar las actividades de preparación del sitio, para la realización de las actividades de limpieza, nivelado, excavación, relleno de trinchera y construcción.

En general, durante los aspectos constructivos del proyecto serán respetadas las disposiciones de la Norma Oficial Mexicana **NOM-007-SECRE-2010** (Transporte de gas natural) y **NOM-129-SEMARNAT-2006** (redes de distribución de Gas Natural), principalmente.

La supervisión por parte de Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V., asegurará que las actividades de construcción se realicen de acuerdo a las especificaciones establecidas en la norma antes mencionada, así mismo, que toda medida de mitigación sea identificada y con estricto apego a requisitos establecidos en la normatividad ambiental vigente.

Las actividades de construcción se realizarán de tal manera, que se minimicen los efectos adversos al ambiente en que se pudiera incurrir.





La empresa constructora supervisará todas las actividades y tendrá la responsabilidad de evitar afectaciones que pudieran generarse en las distintas fases de construcción hacia la erosión del suelo, cuerpos de agua, vegetación y vida silvestre en el área.

La obra civil consistirá en:

- Limpieza de maleza,
- Construcción de base de concreto,
- Construcción de la City Gate Morelos.

Las dimensiones de la zanja serán de 50 cm de ancho x 80 589 m de longitud desde la caseta de regulación y medición City Gate Morelos, hasta las Estaciones de Regulación y Medición (ERM) localizadas en el municipio de Cuernavaca, Morelos.

El área de afectación del gasoducto se dará sobre el derecho de vía de las carreteras Federales No. 160 y 115, en los cuales, el terreno requiere solamente de limpieza de maleza para la apertura de la zanja, tendido del ducto y posterior cobertura del mismo con el material de excavación.

Cabe señalar que no se llevarán a cabo obras de:

- Rellenos en zonas terrestres,
- Rellenos en cuerpos de agua, zonas inundables o marinas,
- Obras de dragado de cuerpos de agua y zonas de tiro,
- Muelles,
- Desviación de cauces.

### **II.2.3 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto**

La realización del proyecto no requiere de grandes actividades ni obras de tipo provisional para la ejecución de las distintas fases de construcción, ya que los mantenimientos de la maquinaria y vehículos, se realizarán en talleres fuera del área donde se ubicará el proyecto, así mismo se contará con oficinas fuera del derecho de vía del Gasoducto.

Cabe mencionar, que no será necesaria la construcción de caminos de acceso, almacenes, talleres u oficinas.

El abastecimiento de combustibles será con equipos de la propia empresa contratista que estarán suministrando los requerimientos diarios de los equipos de construcción. Poniendo especial atención en no generar derrames de combustible y residuos producto de la misma actividad.

En la siguiente y tabla, se muestra el equipo y maquinaria a utilizar en el proyecto.

**Tabla II.2.3.1 Equipos a utilizar en la etapa de construcción.**

Insumo (Equipo y/o maquinaria)	Etapas
Perforadora direccional	Construcción
Equipo Vactor para Lodos	
Retroexcavadora	
Cargador Frontal	
Camión de volteo	



**Continuación. Tabla II.2.3.1** Equipos a utilizar en la etapa de construcción.

Insumo (Equipo y/o maquinaria)	Etapa
Plantas soldadoras	Construcción
Generadores eléctricos	
Camionetas pick up	

### **II.2.4 Etapa de construcción**

Las técnicas de construcción que se utilizarán a lo largo del tendido del gasoducto, tales como: limpieza y nivelado, excavación, alineación de la tubería, soldado de tubería, depósito de la tubería en la zanja, prueba neumática, limpieza y arranque, no requieren de métodos especiales, por lo que Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V., no contempla la utilización de procedimientos o procesos ajenos a las técnicas comunes de instalación de tuberías en gasoductos.

**Limpieza y Nivelado.** La vegetación existente en el derecho de vía de la carretera Federal No. 45 (Ver Fotos II.2.4.1 y II.2.4.2), deberá de ser removida para permitir la operación segura y eficiente de los equipos de construcción. El espacio facilitará el almacenamiento temporal de material resultante de la excavación. El ancho de la franja de afectación, el derecho de vía en las vialidades y el área de afectación en el territorio municipal, es restringido para evitar trastornos a recursos adyacentes. Los derechos de vía y áreas de afectación serán claramente delimitados e identificados y no será permitida su trasgresión.

Como el área de construcción es sobre el derecho de vía de la carretera Federal No. 160, permiten el trabajo del equipo de construcción siguiendo la configuración del terreno.

En general, el trayecto seleccionado para el tendido del gasoducto no implica afectaciones a la flora que representen propósitos comerciales o de desequilibrio ecológico, la limpieza requerida en el área de trabajo será mitigada en pocas semanas con el resurgimiento de la vegetación silvestre, que principalmente se constituye de matorral y vegetación silvestre. Aunado a lo anterior, no se realizará ningún impacto negativo a la fauna localizada en el área donde se desarrollará la obra civil del proyecto.



**Foto II.2.4.1** Vegetación existente en el derecho de vía de la carretera Federal No. 160.



**Foto II.2.4.2** Vegetación existente en el derecho de vía de la carretera Federal No. 160.



**Excavación.** La excavación de la trinchera donde se instalará la tubería, será realizada en su mayoría con maquinaria que corta verticalmente los lados extremos de ésta dando un ancho de 0,5 m. extraído de la trinchera, el cual será depositado a un costado de la misma en el lado donde no impida la circulación vial en el terreno.

La excavación se realizará en un solo paso removiendo subsuelo hasta alcanzar la profundidad requerida (1,5 m. máximo). El material será depositado en la parte más cercana, permitiendo facilitar su manejo para el relleno de la misma. Otra manera de realizar la perforación del subsuelo, es a través de la técnica de perforación direccional, la cual se caracteriza por realizar la excavación subterránea sin realizar zanjas o movimiento de tierra. A continuación se describe dicha técnica:

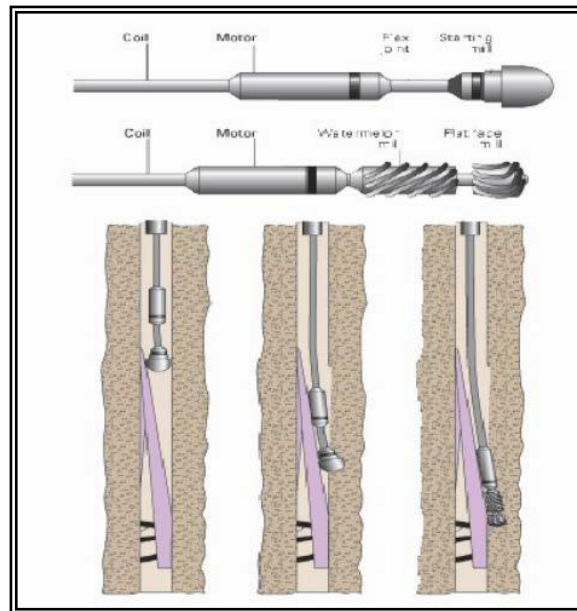
La **perforación direccional horizontal** es la técnica que permite realizar la perforación e instalación subterránea de tubería de acero y de polietileno de alta densidad, además permite trabajar en terrenos tipo I, II y III para desviación intencional de un ducto siguiendo un determinado programa establecido en términos de la profundidad y ubicación relativa del objetivo, es decir, para salvar un obstáculo como puede ser algún tipo de instalación o edificación (parque, edificio), o donde el terreno por condiciones naturales (lagunas, ríos, montañas) hacen difícil su acceso.

La **perforación horizontal** es una derivación directa de la perforación direccional. Con la aplicación de esta técnica se puede perforar un pozo direccionalmente hasta lograr un rango entre 80° y 90° de desviación a la profundidad y dirección del objetivo a alcanzar, a partir del cual se iniciará la sección horizontal. A continuación se describe brevemente el procedimiento de perforación.

Antes de iniciar con la excavación, se llevan a cabo sondeos de estudio geotécnico completo, con el propósito de poder evaluar todas las dificultades posibles y determinar la trayectoria de la perforación, para la cual se emplean diferentes brocas de múltiples formas y refuerzos en punta (**Ver Figura II.2.4.1**), para adaptarse a las necesidades de cada terreno:

- En terrenos blandos se utiliza el sistema de lanza, equipada con un puntero protegido por puntas de widia (carburo de tungsteno, correspondiente a la parte cortante de la broca), el cual erosiona el terreno,
- En terrenos especialmente blandos la erosión es realizada directamente por el fluido de perforación,
- En terrenos duros se utiliza el sistema para obras que requieren de grandes esfuerzos en la punta de perforación, ya que da mayor potencia en el extremo del varillaje. Dicha potencia es transmitida a través del mismo fluido de perforación, el cual, accionando un motor hidráulico, permite dar fuerza de rotación al cabezal del que está provisto. El cabezal de perforación (bit) es especial para cada tipo de roca, perforando el terreno de forma progresiva y evitando el martilleo.





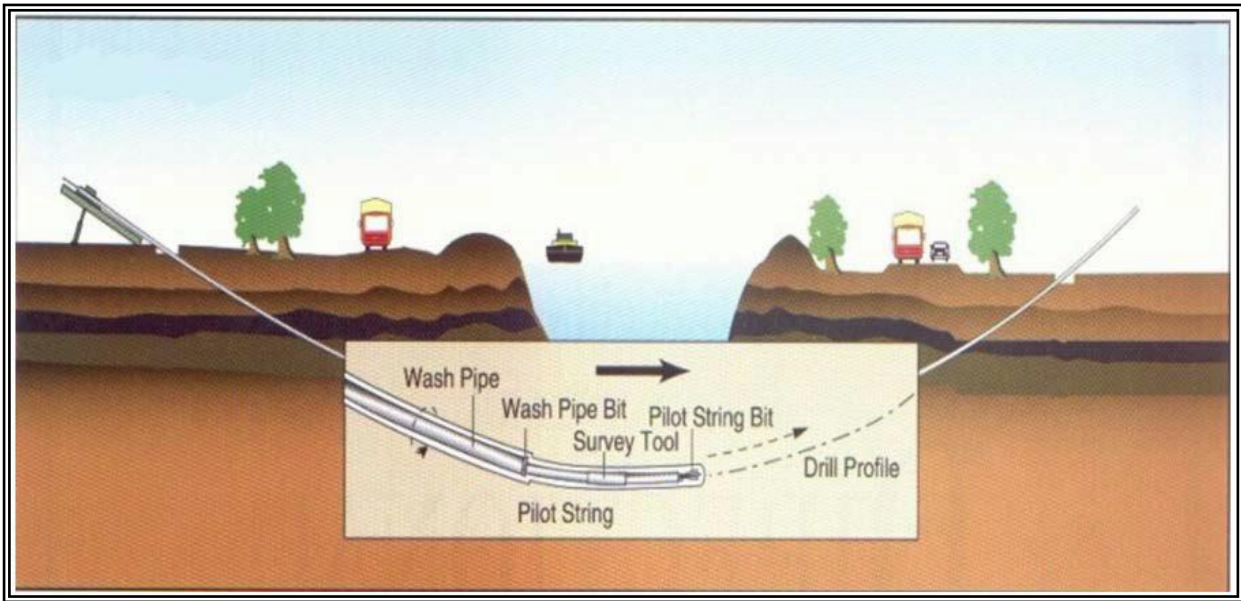
**Figura II.2.4.1** Puntas de perforación del método direccional horizontal.

Posterior al estudio geotécnico y definida la dirección y profundidades, se inicia la perforación con el ensanche (**Ver figura II.2.4.2**), el cual es el proceso, que consiste en el desmontaje del cabezal de perforación, utilizado para los trabajos de direccionamiento de la perforación piloto, y en la conexión de un escariador para proceder al ensanche del micro túnel hasta el diámetro requerido para la introducción del tubo de servicio. El ensanche del micro túnel se realiza progresivamente, es decir, no se pasa del diámetro de perforación piloto directamente al diámetro final, sino que se ejecutan unos ensanches intermedios.

El ducto a instalar puede ser de acero o polietileno, adaptando el proceso de perforación a los radios de giro admisibles según el material, para minimizar las tensiones residuales. En ambos casos, paralelamente al proceso de perforación, se procede a la preparación y soldadura de la tubería. Ésta se prepara en toda su longitud, y se alinea para permitir la introducción en la perforación.

La tubería a instalar se conecta inmediatamente detrás del escariador (ensanchador), como si se tratara del último de los ensanches de forma que, al tirar desde la máquina de perforación, el ensanchador agranda o limpia el túnel abierto previamente y, simultáneamente, se instala el tubo de servicio. Una vez que la tubería sale a la cata de entrada, ésta queda instalada dentro del túnel, según el trazo seguido para la perforación piloto, sin tensiones ni deformaciones.

Terminada la introducción de la tubería, se procede a retirar todo el equipo de perforación. Al concluir la obra se entrega un informe completo, con fotografías de la obra, una planta y un perfil del trazo final de la instalación del tubo de servicio.



**Figura II.2.4.2** Técnica de perforación direccional empleada para colocar las tuberías de manera horizontal.

**Alineación de la tubería.** La tubería será embarcada directamente desde su lugar de origen hasta el sitio de construcción de la obra. Cada segmento se descargará de la plataforma que lo transporte, para depositarlo a un costado del área de afectación, sin rebasar sus límites. La actividad de alineación de la tubería en el terreno será coordinada con la excavación de la trinchera para minimizar el tiempo de construcción.

**Soldado de tubería.** Una vez concluidas las actividades de alineación de la tubería, los segmentos serán soldados siguiendo el procedimiento indicado en el Capítulo 8 de la norma **NOM-007-SECRE-2010** (Transporte de Gas Natural).

También se realizarán trabajos de termo fusión en la tubería de polietileno apegándose a los criterios dados en el Capítulo 8,9 de la norma **NOM-003-SECRE-2002** (Distribución de Gas Natural y Gas Licuado de Petróleo por ductos).

**Depósito en zanja.** La tubería será levantada por ambos extremos para hacerla descender al piso de la trinchera. La tubería y la trinchera, previamente son inspeccionadas para asegurar que la profundidad sea la correcta, así mismo, para constatar que la trinchera esté libre de rocas y escombros, y que la superficie externa de la tubería no esté dañada, para posteriormente proceder a depositarla en el piso.

Cabe mencionar que el relleno de la trinchera se hace con material extraído de la misma, previamente seleccionado para evitar objetos abrasivos en contacto con la tubería. Aunado a lo anterior, se respetará el llenado de la trinchera a fin de depositar el material del subsuelo en la parte inferior y el material superficial sobre éste con el fin de restablecer el perfil del piso y dejar la base de la flora sin ninguna alteración.

**Protección Catódica.** La tubería será recubierta utilizando la especificación TGF-3 de la Asociación Nacional de Aplicadores de recubrimientos de tubería (National Associated of Pipe Coating



Applicators) y la NFR-026-PEMEX-2001, dicho recubrimiento será elaborado en la planta del fabricante. Se aplicará el recubrimiento de polietileno extruido tricapa.

De acuerdo a la filosofía de diseño para los sistemas de transporte y distribución de ductos y al ASME B31.8, la tubería de acero al carbón instalado bajo tierra tiene que estar protegida de la corrosión externa mediante la protección catódica como parte del sistema de protección, en el que se requiere que la tubería esté aislada de otros sistemas. La protección catódica pasiva se instalará durante la construcción del sistema en áreas con cierta resistividad de suelo inferior. Para tener un criterio del potencial de la tubería se instalarán postes para la medición de potencial, los valores obtenidos de la toma de datos, indicará que la tubería está protegida catódicamente. La protección catódica del sistema será generada por ánodos de sacrificio los cuales están suministrando el voltaje requerido. Por lo cual la instalación se protegerá catódicamente desde el límite y punto de entrega.

**Protección mecánica.** La tubería será recubierta utilizando la especificación TGF-3 de la Asociación Nacional de Aplicadores de recubrimientos de tubería (National Associated of Pipe Coating Applicators) (NRF-26-PEMEX-2008) y dicho recubrimiento será realizado en la planta del fabricante. El recubrimiento es elaborado en Polietileno Extruido Tricapa, el cual es distinto al alquitrán de hulla (prohibido por la NOM-007-SECRE-2010).

**Sistema contra incendio.** Las Estaciones de Regulación y Medición, así como la City Gate Morelos, contarán con extinguidores para fuego ABC y los equipos de control apropiados en cada caso, para proporcionar asegurar las condiciones de seguridad dentro de sus instalaciones y funcionalidad en la operación.

**Prueba de hermeticidad.** Esta prueba comprueba la integridad de la tubería y se efectúa de acuerdo a la **NOM-007-SECRE-2010** (Transporte de Gas Natural) de acuerdo a los requisitos del Capítulo 10 de dicha norma, se realiza la presurización a 1,5 veces la presión del diseño, durante 24 horas.

Cualquier indicación de pérdida de presión que indique una fuga en el tramo a probar deberá originar una revisión exhaustiva para localizar la falla, su eliminación y reparación. El proceso se repetirá hasta que la prueba sea 100% satisfactoria durante las 24 horas requeridas.

Previo a la realización de la prueba de hermeticidad, se efectuará una limpieza al interior del tubo a través de un diablo de limpieza, que se correrá con aire para extraer cualquier material extraño.

**Limpieza y arranque.** Una vez concluido el relleno de la trinchera, la superficie será limpiada para dejarla libre de escombros y permitir la regeneración de la flora silvestre. Se tomarán medidas para minimizar la erosión de la franja de afectación y restaurar el contorno natural para permitir el drenaje natural de la superficie. En áreas donde se afecte pavimentación se restaurará la carpeta asfáltica en caso de existir ésta, se deberán retornar todas sus condiciones a su estado original.

**Limpieza y Rehabilitación del Derecho de Vía.** La limpieza incluirá la rehabilitación del derecho de vía, de los espacios de trabajo temporales y de las rutas de acceso que se hayan impactado durante la construcción e instalación del gasoducto. Las actividades incluyen:

- Remoción y eliminación de rocas, escombros y sobrantes de excavación,
- Instalación de las obras de control de erosión donde apliquen.

Al final de estas actividades se deberá contar con:

- Las aprobaciones de los propietarios y las autoridades reguladoras, según sea el caso,





- Las medidas de control de la erosión correctamente definidas,
- La instalación correcta de las señales terrestres y aéreas del gasoducto,
- La remoción de todo el excedente de tubería y otros materiales de construcción.

Al término de la construcción e instalación el gasoducto, éste será protegido contra la erosión del suelo a lo largo de su vida útil para prevenir daños y posibles fallas, las cuales pueden ser causadas por la eliminación de los apoyos, por la fuerza de las corrientes de agua y movimiento dinámico, principalmente.

***Puesta en Servicio y Arranque del Sistema.*** Los Procedimientos y protocolos de finalización para la puesta en servicio de las instalaciones serán elaborados completamente durante la fase de diseño.

En general, la puesta en servicio de una instalación involucrará lo siguiente:

- Planeación, preparación y programación de los procedimientos de pruebas previas a la puesta en servicio de los equipos y sistemas a fin de asegurar su ejecución completa y correcta. Todo incumplimiento con las especificaciones y deficiencia será rectificado,
- La puesta en servicio de las instalaciones se realizará con base a la verificación de cada sistema uno por uno. Este trabajo pondrá al sistema de transporte y sus accesorios en un estado operativo completamente probado. El funcionamiento y el rendimiento según diseño de todo equipo será revisado y verificado.

### ***II.2.5 Etapa de operación y mantenimiento***

Las actividades de operación y mantenimiento se realizarán por personal capacitado y con experiencia. Sin embargo, como parte de los procedimientos operativos, se contarán con Manuales de operación y mantenimiento de las instalaciones.

Los Manuales de Operación y Mantenimiento se prepararán de acuerdo con las buenas prácticas de ingeniería, usando los manuales de instalación, operación y mantenimiento de los equipos individuales, suministrados por los proveedores de equipos. Estos manuales estarán disponibles antes de la puesta en marcha del sistema de transporte y se revisarán y actualizarán periódicamente durante la etapa de operación del mismo, con el fin de que siempre reflejen todos los principios de ingeniería aplicables, la experiencia que va adquiriéndose, el conocimiento que se obtiene sobre el ducto en su operación, las consideraciones aplicables en materia de flujo de Gas Natural y las condiciones operativas del sistema.

En estos manuales se incluirán todos los planes de mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo, y los procedimientos de operación del sistema. Cada componente del sistema se manejará individualmente, incluyendo la siguiente información para cada caso: antecedentes, requisitos reglamentarios y de las normas técnicas, aspectos ambientales, instrucciones y procedimientos técnicos detallados, programas de control y aseguramiento de la calidad, auditorías y aspectos administrativos, principalmente.

Aunado a lo anterior, Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V., cuenta con su programa calendarizado de actividades, para la aplicación y supervisión de mantenimiento tanto predictivo como correctivo (**Ver Tabla II.2.5.1**), el cual tiene como objetivo reducir los riesgos de operación del gasoducto, para minimizar la presencia de fugas que puedan ocasionar eventos catastróficos si entran en contacto con una fuente de ignición, así mismo, con la implementación del presente programa de mantenimiento, se pretende extender la vida útil de la City



Gate Morelos y de la tubería que transporta el Gas Natural hacia las Estaciones de Regulación y Medición de los asociados. El corporativo al que pertenece Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V., acumula muchos años de experiencia en la operación y mantenimiento de instalaciones de gas Natural, cumpliendo con la normatividad nacional e internacional. A continuación se describen brevemente los principales aspectos a considerar en la operación del Gasoducto principal:

- *Calidad del Gas Natural.* La calidad del Gas Natural a transportar, está considerada en el contrato con la empresa ELECNOR, proveedor del energético, bajo los parámetros de la **NOM-001-SECRE-2010** (Calidad del Gas Natural).
- *Odorización.* La Odorización del gas está contratada con el operador (ELECNOR) para cumplimiento de la norma **NOM-003-SECRE-2002**, apéndice 1, Odorización del Gas Natural.
- *Procedimientos de Operación y Mantenimiento.* La Comisión Reguladora de Energía es la entidad gubernamental encargada de aprobar los procedimientos de operación y mantenimiento de la Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V., durante el proceso de otorgamiento del permiso de transporte.
- *Vigilancia y Monitoreo de Fugas.* Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V., cuenta con procedimientos de vigilancia y detección de fugas a través de revisiones periódicas y monitoreo a lo largo de sus gasoductos para detectar presencia de gas en el subsuelo y en instalaciones relacionadas con el proyecto.
- *Válvulas y Reguladores de Presión.* En el proyecto se contempla la regulación e instalación de válvulas a lo largo del gasoducto principal, que permitirán asegurar de una manera eficaz el control operativo de la red y el suministro ideal a los socios.
- *Reparaciones y Pruebas.* El Gasoducto principal que conforma la red de transporte y suministro de gas natural, está bajo procedimientos que garantizan reparaciones eficientes y seguras, dado que es sometido a pruebas previas a la puesta en operación.
- *Servicios de Emergencia.* Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V., cuenta con un centro de recepción de reportes de emergencia, el cual opera durante los 365 días del año, y las 24 horas del día; con el objeto de atender situaciones de reportes de fuga, alarma o emergencia, mediante cuadrillas de personal especializado.
- *Capacitación y Entrenamiento.* Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V., cuenta con un programa de capacitación, mantenimiento y seguridad.
- Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, dispone de un plan integral de seguridad y protección civil, que incluye la prevención de accidentes, programas de auxilio, recuperación y plan de emergencia.

Todo lo anterior anualmente deberá ser constatado en su cumplimiento, por una Unidad de Verificación aprobada por la Comisión Reguladora de Energía.

A continuación se indican las actividades de mantenimiento a realizar durante la operación del Gasoducto principal.



**Tabla III.1.2** Listado de actividades de mantenimiento a ejecutar, durante la operación de la City Gate Morelos.

<b>Actividad</b>	<b>Frecuencia</b>
Monitoreo de Fugitivos de Gas Natural,	Mensual
Aseo total de la City Gate,	
Verificación del funcionamiento de la Turbina,	
Inspección visual de válvulas,	
Verificación del funcionamiento de válvulas,	
Pintar la tubería de la City Gate,	Semestral
Monitoreo de Fugitivos de Gas Natural,	Mensual
Aseo total de la City Gate,	
Verificación del funcionamiento de la Turbina,	
Inspección visual de válvulas,	
Verificación del funcionamiento de válvulas,	
Pintar la tubería de la City Gate,	Semestral
Calibrar válvulas de relevo,	Anual
Mantenimiento preventivo a válvulas de relevo,	
Verificación del funcionamiento del Regulador de Presión,	Mensual
Mantenimiento Preventivo del Regulador de Presión.	Anual
Inspección visual de Extintores ubicados en la City Gate,	Mensual
Verificar el funcionamiento de la instalación eléctrica,	
Inspección visual de señalamientos a lo largo del derecho de vía del Gasoducto principal (seis pulgadas),	
Inspección visual de la City Gate.	Diario





**Tabla II.1.3** Listado de actividades de mantenimiento a ejecutar, durante la operación de las Estaciones de Regulación y Medición (ERM) de los asociados.

<b>Actividad</b>	<b>Frecuencia</b>
Lecturas de Presión,	Mensual
Monitoreo de fugitivos de Gas Natural en la ERM,	
Aseo Total de la ERM,	
Verificación del funcionamiento y conexiones del computador de flujo,	
Verificación de los filtros (expulsión de impurezas),	
Revisión general del Gabinete (estado de la pintura),	
Verificación de funcionamiento del medidor,	
Verificación de funcionamiento del Regulador de Presión,	
Lecturas de Presión,	
Monitoreo de fugitivos de Gas Natural en la ERM,	
Aseo Total de la ERM,	
Verificación del funcionamiento y conexiones del computador de flujo,	
Verificación de los filtros (expulsión de impurezas),	
Revisión general del Gabinete (estado de la pintura),	
Verificación de funcionamiento del medidor,	
Verificación de funcionamiento del Regulador de Presión,	
Aplicación de Mantenimiento Preventivo a Regulador de Presión,	Mensual
Inspección visual de los señalamientos y a el derecho de vía del Gasoducto,	Semestral
Calibración de la válvula de relevo,	Mensual
Inspección visual de la Válvula de relevo,	
Inspección visual de las Válvulas de paso,	
Verificación de funcionamiento de Válvulas de paso.	

### **II.2.6 Descripción de obras asociadas al proyecto**

Como se mencionó en el punto **II.2.3**, no será necesario, la construcción de caminos de acceso, almacenes, talleres u oficinas.

### **II.2.7 Etapa de abandono del sitio**

Antes de terminar la vida útil del proyecto del gasoducto principal, la Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V., planea realizar un dictamen técnico por una Unidad de Verificación (UV) en Gas Natural, para de ser necesario aplicar una reingeniería y poder alargar su



vida útil, en caso contrario se dismantelaría la City Gate y las válvulas de seccionamiento, principalmente, para finalmente realizar la limpieza y restitución de las condiciones, que permitan la regeneración de las condiciones bióticas.

### ***II.2.8 Utilización de explosivos***

Para la instalación del Gasoducto principal no se utilizarán explosivos, ya que la excavación del suelo se realizará mediante maquinaria pesada; cabe mencionar, que para los cruces subterráneos se utilizará el método de Perforación Direccional.

### ***II.2.9 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera***

El personal operativo colocará recipientes debidamente identificados para la disposición de Residuos Sólidos Urbanos (Basura), los cuales, periódicamente serán enviados al Relleno Sanitario del Municipio mediante un prestador de servicios autorizado para tal fin; el mantenimiento de maquinaria y equipos, se realizará con un proveedor externo, el cual deberá contar con autorización para el Almacenamiento (ATRPE) y estar dado de alta como generador de RPE ante la SEMARNAT. Además se contará con un prestador de servicios autorizado por la SEMARNAT y SCT, para el transporte y envío a disposición final de los Residuos Peligrosos (RPE).

#### ***Residuos durante construcción.***

Los residuos generados durante la construcción, se pueden agrupar en las siguientes etapas:

- Obra civil para enterrar el tubo o arreglar los sitios de la City Gate y Estaciones de Regulación,
- Obra electromecánica para el gasoducto y la instalación de equipos, tubería y demás elementos de las Estaciones de Regulación y City Gate,
- Limpieza y prueba herméticas de las tuberías,
- Los generados por las personas que laboran en el sitio.

#### ***Residuos y Emisiones a la atmósfera durante la construcción civil.***

Durante la obra civil, se generará lo siguiente:

- Emisiones y fugas a la atmósfera de gases y partículas provenientes de la operación de maquinaria y equipo utilizados,
- Generación de residuos durante las obras de movimiento de tierras y excavación, mismos que serán reutilizables directamente en la obra.

Las emisiones a la atmósfera se minimizan utilizando maquinaria en buena estado, con equipos para reducir emisiones (tales como catalizadores) y con buen mantenimiento.

Las fugas en la maquinaria se evitarán mediante el buen mantenimiento y la supervisión del equipo durante su operación. Cualquier equipo o maquinaria que presente fugas de combustible o lubricantes, se descartará del grupo de maquinaria hasta que dicha fuga haya sido eliminada.

Las fugas durante el mantenimiento se controlarán ejecutando dichas actividades en áreas que cumplan con el diseño y construcción para evitar la contaminación del suelo, y además, serán aplicadas por medio de personal capacitado en los procedimientos para contener fugas y almacenar los residuos resultantes (tales como aceites) en contenedores debidamente identificados.



Los residuos producto de la construcción, son:

- El material proveniente de la excavación que no pueda ser utilizado por sus características físicas (por ejemplo, arcillas expansivas o rocas), será transportado y tirado en sitios autorizados por el gobierno estatal y municipal correspondiente.
- En la construcción de la primera estación se estima que por el tipo de terreno no habrá material a ser tirado.

#### ***Residuos durante la construcción de instalaciones electromecánicas.***

Durante la construcción de instalaciones electromecánicas, los residuos son principalmente:

- Material sobrante del proceso de soldadura, el cual deberá contar con un análisis CRTI para dictaminar su no peligrosidad.
- Material eléctrico sobrante durante la instalación de los sistemas de fuerza e instrumentación. Estos materiales se recogerán y depositarán en contenedores específicos, mismos que serán almacenados en sitios designados y resguardados para su posterior disposición.

#### ***Residuos durante limpieza y pruebas.***

La limpieza de tuberías y equipos se llevará a cabo bajo procedimientos que establecen claramente la forma de contener y disponer de los productos de dicha limpieza, para posteriormente almacenarlos en lugares resguardados y acondicionados para contener posibles fugas y entregarlos a empresas especialistas en el desecho de materiales contaminantes, contratadas para tal propósito.

#### ***Residuos durante la operación del gasoducto.***

Los residuos que se generan durante la operación son principalmente por las siguientes actividades:

- Productos del mantenimiento de equipos y otras instalaciones. Esto puede suceder también en las estaciones de válvulas de bloqueo, a lo largo del gasoducto.

El mantenimiento a equipos se hará con procedimientos que aseguren la minimización de riesgos de fugas de material de lubricación o limpieza y que en su caso, dichas fugas sean adecuadamente contenidas. Los procedimientos establecen también el manejo de los residuos en recipientes debidamente identificados, mismos que serán almacenados temporalmente para su posterior entrega a empresas autorizadas para el transporte y disposición de los residuos.

Cabe mencionar que durante la estancia del contratista encargado de excavar la zanja para la instalación del Gasoducto principal, se instalarán recipientes para el almacenamiento de Residuos Sólidos Urbanos, así como mingitorios (WC's) portátiles, para el uso del personal operativo.

En lo que respecta a emisiones a la atmósfera, el proyecto como tal, no las generará, sin embargo, debido a la operación de los vehículos y maquinaria que atenderán la obra ejecutiva del proyecto, se generarán emisiones en pequeñas cantidades. Por lo que se cubrirá el área con infraestructura que evite que las partículas de polvo emigren a los alrededores, para posteriormente ser colectadas y dispuestas junto con el suelo producto de la excavación de la zanja.





### ***II.2.10 Infraestructura para el manejo y disposición adecuada de los residuos***

Mediante las verificaciones realizadas en la zona donde se ubicará el proyecto, se constató que no se cuenta con infraestructura para el manejo y disposición adecuada de los residuos generados por las actividades de mantenimiento y operación, ya que no se cuenta con rellenos sanitarios, así como servicios de separación de residuos ni plantas tratadoras de aguas residuales cercanas a la zona de influencia del predio. Sin embargo, se realizará la contratación de empresas debidamente autorizadas para el manejo y disposición final de los residuos peligrosos y sólidos urbanos que se generen, lo anterior con apego a la Normatividad Ambiental Vigente.



### III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DEL USO DE SUELO

Este capítulo tiene el objetivo de demostrar que el proyecto de instalación y operación del gasoducto para distribución de Gas Natural propiedad de Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V., es congruente con las diferentes disposiciones jurídicas ambientales, así como con los instrumentos de ordenamiento del territorio que le resultan aplicables, a fin de cumplir con lo dispuesto por los Artículos 35 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) y 13 de su Reglamento en materia de evaluación del impacto ambiental.

Por lo anterior, para el desarrollo del presente capítulo se consideraron:

- ❖ Programas de Ordenamiento Ecológicos del Territorio (POET) decretados, de las zonas donde se localizará el proyecto,
- ❖ Programas de Desarrollo Urbano y Planes de Desarrollo (Nacional y Municipales),
- ❖ Leyes y Reglamentos, Federales, Estatales y Municipales en materia ambiental y Normas Oficiales Mexicanas (NOM's),
- ❖ Ordenamientos legales aplicables inherentes al sector energético.

#### Introducción.

##### Información relevante del Sector Energético

El gasoducto para la distribución de Gas Natural objeto del presente estudio, es una obra de infraestructura que se considera dentro del Sector Energético, por lo que, en inicio, a continuación se describe de manera general respecto a la planeación nacional en este sector en México, así como algunas de las tendencias generales del sector en el país, considerando el entorno nacional de la industria del gas natural, a partir de los indicadores de la Prospectiva del Mercado de Gas Natural 2010-2025.

Es importante iniciar este análisis señalando que la energía tiene un lugar muy importante en el desarrollo económico de México, y el gas natural es una fuente importante de energía sustentable debido a su compatibilidad con el ambiente y sus ventajas económicas y técnicas, pero que requiere inversiones adicionales para hacerlo llegar a todas las unidades productivas del País.

En la Estrategia Nacional de Energía 2011, se señala que en el 2010 se revisó la capacidad de la infraestructura de transporte de gas natural, con el objetivo de aprovechar las nuevas condiciones de mercado a favor de los consumidores y mantener la diversificación de suministro, dicha revisión confirmó que la Red del Sistema Nacional de Gasoductos (SNG) es insuficiente para aprovechar de mejor manera la disponibilidad de suministro que ofrece el gas de esquistos continental, y no ofrece la redundancia que se requiere en el suministro; adicionalmente, existen varios estados de la república que no están cubiertos por ductos de gas natural (**Ver Figura III.1**). En esta circunstancia, es clara la necesidad de expandir las redes de transporte para cumplir su cobertura además de dotar de circuitos internos al SNG que le otorguen flexibilidad y redundancia.

Las adiciones a la red de gasoductos crecieron de manera importante, después de la reforma al mercado de gas natural de 1995 y como resultado de la instalación de plantas de ciclo combinado de CFE. Sin embargo, en los últimos diez años la expansión de la red ha sido baja y el crecimiento en el número de consumidores del sector residencial y comercial se ha reducido recientemente. El desempeño menor al anticipado en la penetración de este combustible resulta de la distorsión de los precios relativos de gas LP y gas natural y el desinterés (y en ocasiones oposición) municipal al crecimiento de las redes de distribución.







### Marco Institucional del Sector Energético

La Comisión Reguladora de Energía (CRE) es el órgano desconcentrado de la Secretaría de Energía (SENER) facultado para promover el desarrollo del transporte y almacenamiento de gas natural (Ley de la Comisión Reguladora de Energía, Artículo 2).

El Artículo 4 de la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en el Ramo del Petróleo (LR27) fue reformado en mayo de 1995 y en noviembre de 1996 para permitir la inversión del sector privado en nuevos proyectos de transporte, distribución, almacenamiento y comercialización de gas natural. La LR27 establece los principios fundamentales para desarrollar la industria nacional de gas natural en México con tres objetivos principales: el desarrollo de la infraestructura, la regulación del mercado, y el fomento a la libre competencia.

El régimen de permisos fue elegido como instrumento regulatorio con la finalidad de dar certeza jurídica a los inversionistas. En este contexto se debe obtener permiso de la CRE para llevar a cabo las actividades de transporte y distribución de gas natural. Dichos permisos son expedidos por un periodo de 30 años y pueden ser renovados una o más veces por un periodo de 15 años (Reglamento de Gas Natural, Artículos 19 y 53).

La Ley de la CRE fue aprobada y publicada en octubre de 1995 para entrar en vigor el 1º de noviembre del mismo año. El Reglamento de Gas Natural (RGN) se publicó el 8 de noviembre de 1995 y entró en vigor al día siguiente de su publicación. La ley de la CRE define el marco institucional que controla a los sectores social y privado de las industrias de energía y gas natural. Esta ley refuerza la participación del estado en estas actividades y fomenta el desarrollo de un ambiente competitivo en los mercados de gas natural a través de un marco legal que es claro, estable y predecible.

La Secretaría de Energía (SENER) ha puesto especial atención en buscar mecanismos que permitan que se materialicen los proyectos de infraestructura de transporte que el desarrollo del mercado de gas natural y el crecimiento económico que el país demanda.

La Ley de la Comisión Reguladora de Energía (CRE) establece que el otorgamiento de permisos para la prestación de los servicios de transporte y distribución de gas natural por medio de ductos implicaría la declaratoria de utilidad pública para el tendido de los ductos en predios de propiedad pública, social y privada, de conformidad con el trazado aprobado por la CRE en coordinación con las demás autoridades competentes (Artículo 10), por lo cual se realiza la evaluación del Proyecto en el marco de los usos de suelo y los Planes municipales de desarrollo urbano por los que atravesará la el gasoducto principal para la distribución de Gas Natural.

#### **❖ Programas de Ordenamiento Ecológico.**

A continuación se describen los Ordenamientos Ecológicos decretados de los municipios de Cuautla y Cuernavaca donde se instalará el gasoducto principal, así como el Modelo de Ordenamiento Ecológico Regional del Volcán Popocatepetl.

#### Modelo de Ordenamiento Ecológico Regional del Volcán Popocatepetl y su zona de influencia.

En el año 2001, la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, a través del Programa de Desarrollo Institucional Ambiental (PDIA), impulsó la elaboración del proyecto denominado "Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región del Volcán Popocatepetl y su Zona de Influencia", con la participación de los Gobiernos de los Estados de México, Morelos y Puebla. Conscientes de los riesgos tanto naturales como antropogénicos que presenta la Región del Volcán Popocatepetl, resolvieron que el ordenamiento fuera realizado en dos fases:

- a) La primera para la elaboración de la caracterización y diagnóstico integrado de la Región Popocatepetl y su Zona de Influencia, permitiendo identificar claramente los factores bióticos



y abióticos que representan el área de estudio, así como sus factores socioeconómicos y de riesgo, definiendo las interacciones de las dimensiones ambiental, sociopolítica y económica en el contexto de integración regional,

- b) La segunda fase para elaborar el Modelo de Ordenamiento Ecológico Territorial que permita regular e inducir el uso del suelo y las actividades productivas bajo una perspectiva que compatibilice el aprovechamiento y la conservación de los recursos naturales y reduzca su vulnerabilidad ante una contingencia volcánica.

### **Unidades de Gestión Ambiental (UGA's).**

De acuerdo con lo establecido en los objetivos del presente Ordenamiento Ecológico, existen dos grandes temas que representan las amenazas al sistema siconatural: el deterioro ambiental y el peligro eruptivo del volcán Popocatepetl. Éstos son los ejes centrales de la configuración de las Unidades de Gestión Ambiental (UGA), células del modelo de ordenamiento. Debido al carácter del presente ordenamiento en relación con la normatividad del uso del suelo, así como por consideraciones de riesgo eruptivo propiciado por el volcán Popocatepetl, se modificó la denominación estrictamente ambientalista de UGA por *Unidades de Gestión Ambiental (UGA)*, término que será utilizado al describirse el presente modelo de ordenamiento ecológico.

En lo que respecta al factor ambiental, se inicia del análisis de la situación prevaleciente, considerando las variables establecidas en la metodología del presente estudio, tales como, el cambio de uso y aptitud del suelo, la vulnerabilidad ambiental y la fragilidad del mismo, principalmente.

Los objetivos prioritarios en este sentido son los siguientes:

- Preservación y producción de los recursos naturales, priorizando los más afectados y necesarios, tales como el agua, suelo y aire, principalmente,
- En la zona de peligro eruptivo, establecer las normas del uso del suelo necesarias para regular la densidad de población, así como buscar reducir la vulnerabilidad social,
- Al regular las actividades humanas con el fin de inducir la protección y recuperación del ecosistema y mitigar la vulnerabilidad social, se procurará basarse en la prosperidad de los lugareños y de quienes disfrutaran de manera legal y armónica de los bienes naturales del área del Volcán Popocatepetl.

### ***Políticas ambientales.***

Las políticas ambientales que serán aplicadas en el territorio corresponden a conservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable y se describen a continuación:

*Aprovechamiento Sustentable.* Conjunto de planes, programas, normas y acciones que busca la utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad estructural y funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos y en congruencia con las necesidades de la población actual y futura.

Se refiere a áreas con usos productivos y actividades sociales actuales, así como aquellas adecuadas para el desarrollo urbano, el uso y manejo intensivo de recursos naturales y aquellas con mayores procesos de transformación de sus ecosistemas.

*Restauración.* Conjunto de planes, programas, normas y acciones que se aplica en aquellas áreas con procesos acelerados de deterioro ambiental, cuya atención requiere de la realización de un



conjunto de actividades tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y la continuidad de los procesos naturales.

La restauración puede ser dirigida a la recuperación de áreas degradadas por alguna problemática ambiental o al mejoramiento de ecosistemas, con fines de aprovechamiento, protección o conservación.

Conservación. El conjunto de planes, programas, normas y acciones de detección, rescate, saneamiento y recuperación destinados a asegurar que se mantengan las condiciones que hacen posible la evolución o el desarrollo de las especies y de los ecosistemas.

Está dirigida a aquellas áreas o elementos naturales cuyos usos actuales o propuestos proporcionan servicios ambientales de importancia para la sociedad; su incorporación a los sistemas de áreas protegidas municipales, estatales y federales es optativa.

Protección. El conjunto de planes, programas, normas y acciones para mejorar el ambiente, prevenir y controlar su deterioro.

Busca identificar y preservar los ambientes naturales con características relevantes, con el fin de salvaguardar los procesos evolutivos y ecológicos, así como salvaguardar la diversidad genética y biológica, la existencia de especies silvestres, terrestres y acuáticas, principalmente las endémicas, las raras, aquellas amenazadas o en peligro de extinción.

Es factible y deseable su incorporación a los sistemas de áreas protegidas municipales, estatales y federales, así como la instrumentación de sus programas de manejo. En el caso de las Áreas de Protección Forestal (LGDFS), comprende los espacios forestales o boscosos colindantes a la zona federal y de influencia de nacimientos, corrientes, cursos y cuerpos de agua, o la faja de terreno inmediata a los cuerpos de agua de propiedad particular.

El trayecto del gasoducto principal, en el cadenamiento del 4+500A al 9+000A, cruza por el municipio de Yecapixtla, en específico por la localidad urbana Juan Morales, misma que de acuerdo al Modelo de Ordenamiento Ecológico Regional del Volcán Popocatepetl y su zona de influencia, se localiza dentro de la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) No. 46 de 203,5 Has. de superficie (**Ver Figura III.2**), misma que comprende las siguientes características:

- **Política Ambiental:** Aprovechamiento Sustentable
- **Fragilidad Ecológica:** Principalmente en los bosques de pino, oyamel y mesófilo
- **Vulnerabilidad Ambiental:** Muy alta para los acuíferos (área con gran permeabilidad)

Uso compatible	Uso incompatible	Uso condicionado
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Investigación,</li> <li>- Asentamientos humanos,</li> <li>- Infraestructura,</li> <li>- Turismo (convencional Ecoturismo)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Agricultura,</li> <li>- Ganadería,</li> <li>- Agroforestería,</li> <li>- Forestal (maderable y no maderable),</li> <li>- Unidades de manejo ambiental,</li> <li>- Agroturismo,</li> <li>- Minería</li> <li>- Pesca y acuicultura</li> <li>- Industria</li> </ul>	<p>Ninguno</p>

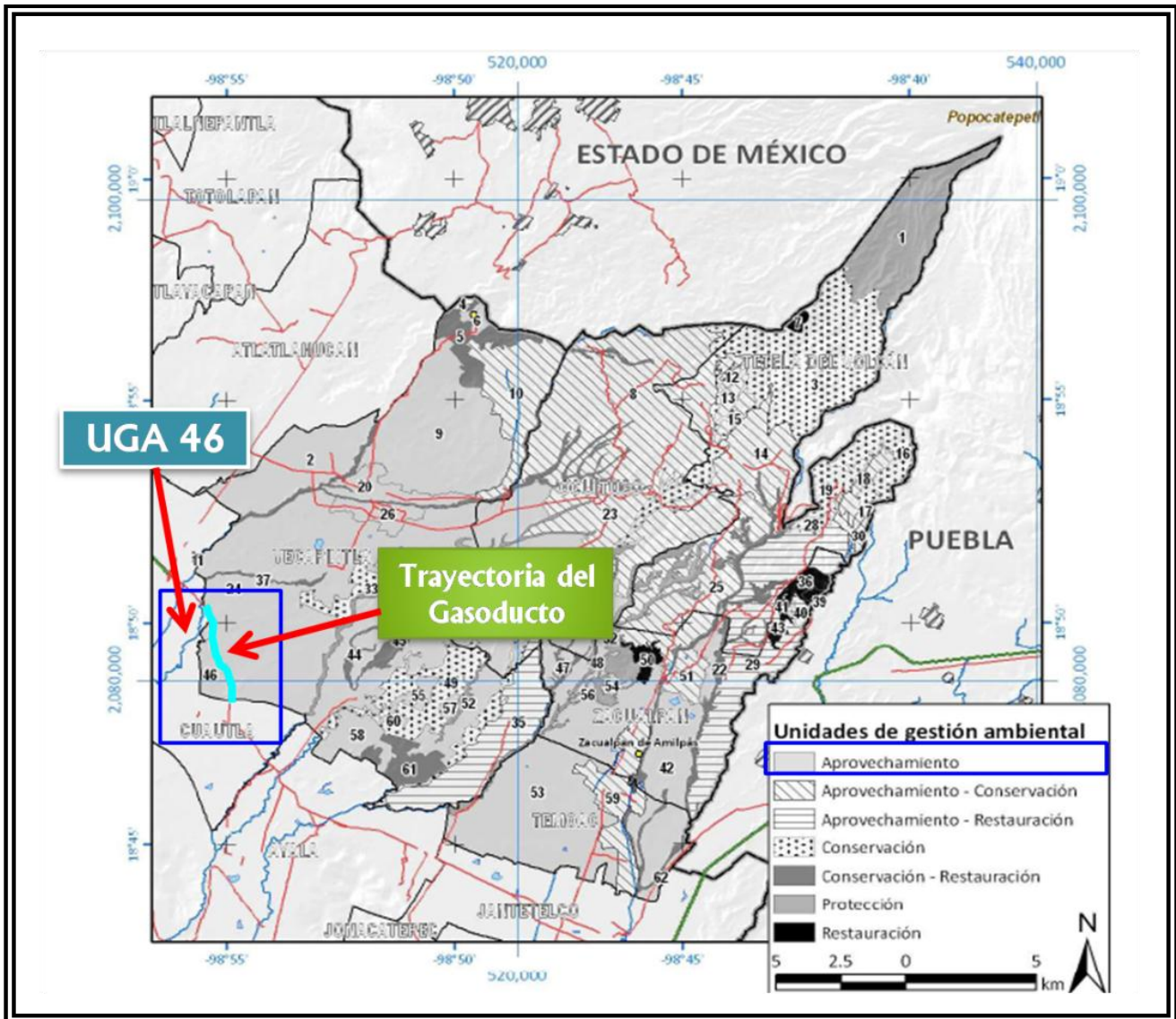


Figura III.2 Mapa de ubicación de la UGA No. 46, indicando la trayectoria del Gasoducto de principal.





<b>UGA:</b>	46. Yecapixtla	
<b>Política:</b>	Aprovechamiento Sustentable	
<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo compatible.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>
<b>Sector: Infraestructura (IF)</b>		
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>	
1	Las obras de infraestructura que se instalen en el municipio deberán contar con una manifestación de impacto ambiental	Para dar cumplimiento a este criterio se elaborará y presentará el estudio referido.
2	Solo se permitirá la instalación de obras de infraestructura siempre y cuando no tengan efectos negativos sobre los ecosistemas o recursos naturales del municipio	La infraestructura a instalar (Gasoducto de 12", 10", 8" y 6 Ø), consiste en tubería en acero al carbón de diversos diámetros, lo cual se realizará sobre el derecho de vía de la carretera federal No. 160, cual se encuentra impactado por la presencia de residuos sólidos urbanos.
3	Las obras de infraestructura deberán prever medidas de mitigación por ubicarse en un área natural protegida	El área donde se instalará el gasoducto principal, no atraviesa ninguna de las áreas naturales protegidas de carácter Federal y Estatal decretadas para el Estado de Morelos por el Consejo Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONAP) de la SEMARNAT.
4	La infraestructura carretera y las nuevas vialidades deberán mitigar los efectos negativos sobre el flujo de la fauna	El gasoducto principal se instalará dentro del derecho de vía de las carreteras federales No. 160 y 115, el cual quedara instalado subterráneamente.
5	Las obras de infraestructura de nuevas carreteras deberán mitigar los efectos negativos sobre la generación de nuevos centros de población	Durante la instalación del gasoducto principal, no se realizará la construcción de nuevas vialidades, ya que para verificación y mantenimiento se usara la vialidad existente como es la carretera Federal No. 160.

**Fuente: Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Volcán Popocatepetl y su zona de influencia. Periódico Oficial Tierra y Libertad 30 de Diciembre del 2009**

*Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Municipio de Cuernavaca.*

Las Unidades de Gestión Ambiental (UGA's) para el programa Municipal de Ordenamiento Ecológico y Territorial, se definieron con base en diferentes criterios. El primer paso para la definición de las UGA's, fue realizar una regionalización con base en el relieve, en el uso de suelo y vegetación actual, y los límites el corredor biológico Chihinautzin. Con base en una discusión interdisciplinaria y en mesas de discusión llevadas a cabo en un taller de planeación participativa, se fue revisando la congruencia y pertinencia para la definición de cada UGA. De esta manera, y con base en un proceso iterativo que involucró la revisión de los mapas base como el de vegetación, aptitud y de características socioeconómicas se fueron definiendo de manera manual y puntual cada una de las UGA's dentro del SIG, el número de UGA's totales fue de 199.



Estas UGA's son base en un primer criterio que es el grado de urbanización. Para tomarlo en cuenta se creó una capa de zonas urbanas que incluye las áreas verdes.

### **Políticas Ambientales.**

Tanto la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) como la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del estado de Morelos del 22 de Diciembre de 1999, contemplan las siguientes políticas ambientales.

**Protección:** Corresponde a aquellas áreas naturales susceptibles de integrarse al Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP) o a los sistemas equivalentes en el ámbito estatal y municipal. En estas áreas se busca el mantenimiento de los ambientes naturales con características relevantes, con el fin asegurar el equilibrio y la continuidad de los procesos evolutivos y ecológicos.

**Conservación:** Está dirigida a aquellas áreas o elementos naturales cuyos usos actuales o propuestos no interfieren con su función ecológica relevante y su inclusión en los sistemas de áreas naturales en el ámbito estatal y municipal es opcional. Esta política tiene como objetivo mantener la continuidad de las estructuras, los procesos y los servicios ambientales, relacionados con la protección de elementos ecológicos y de usos productivos estratégicos.

**Restauración:** Se aplica en áreas con procesos de deterioro ambiental acelerado, en las cuales es necesaria la realización de un conjunto de actividades tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales. La restauración puede ser dirigida a la recuperación de tierras que dejan de ser productivas por su deterioro o al restablecimiento de su funcionalidad para un aprovechamiento sustentable futuro.

**Aprovechamiento sustentable de los Recursos Naturales:** Se asigna a aquellas áreas que por sus características, son apropiadas para el uso y el manejo de los recursos naturales, en forma tal que resulte eficiente, socialmente útil y no impacte negativamente sobre el ambiente.

El trayecto del gasoducto principal, cruza por el municipio de Cuernavaca, y de acuerdo al Programa de Ordenamiento Ecológico para este municipio, éste gasoducto se localiza dentro de las Unidades de Gestión Ambiental (UGA's) No. 136, 151, 153, 158, 163, 164 y 166 (**Ver Figura III.3**), mismas que se describe a continuación.

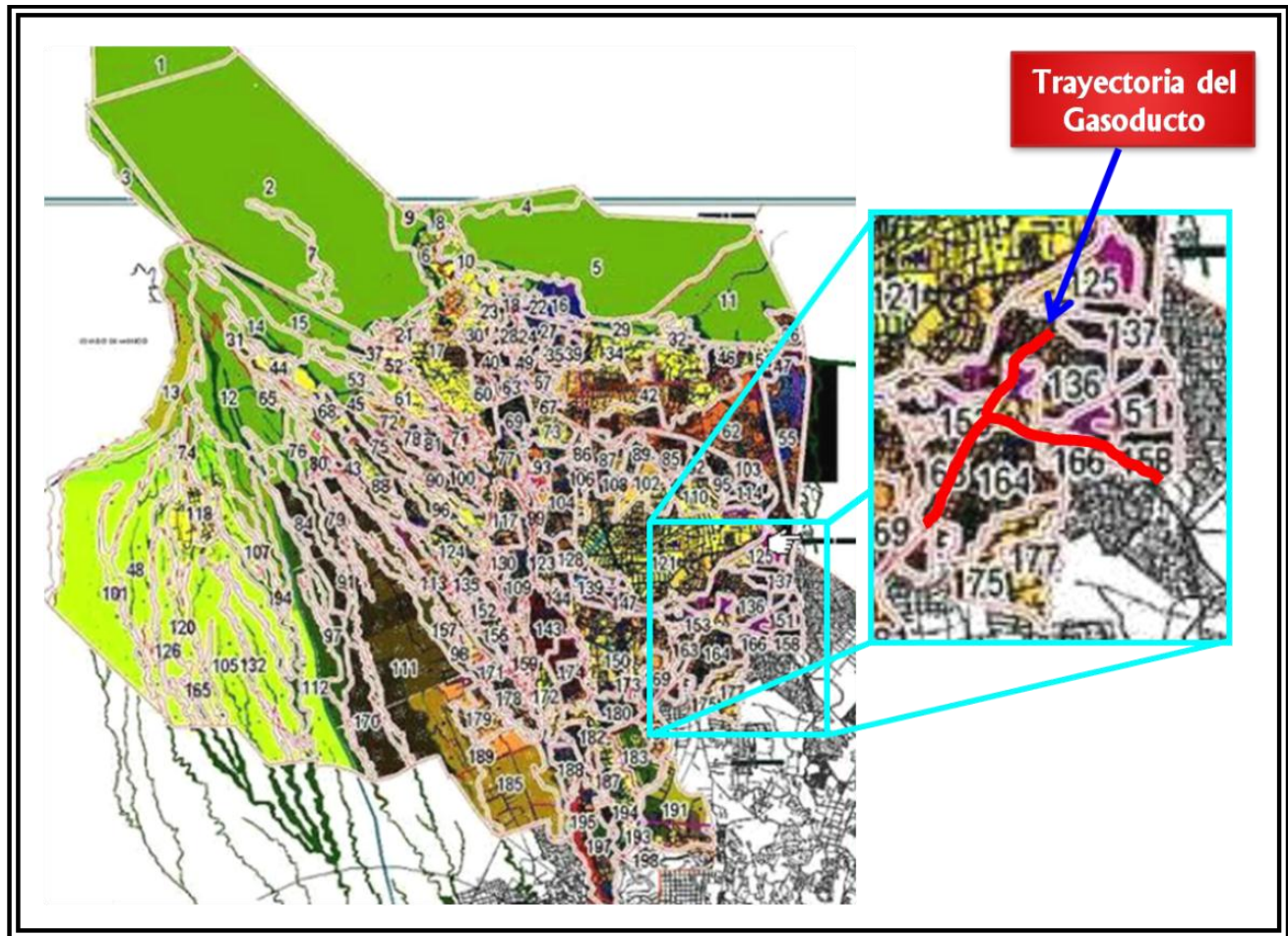


Figura III.3 Mapas de ubicación de las UGA's, indicando la trayectoria del Gasoducto principal.

Fuente: Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Municipio de Cuernavaca.  
01 de Mayo del 2009.



<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo compatible.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>
<b>Sector: Agricultura</b>		
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>	
AG1	Se promoverá la realización de estudios para el desarrollo de alternativas productivas.	El proyecto no realizará actividades productivas agrícolas
AG2	Se promoverá el uso de las áreas de cultivo, a través de prácticas agroecológicas y agroforestales que permitan un aprovechamiento mas eficiente de los recursos naturales.	La instalación del gasoducto principal no causará afectaciones a las áreas de cultivo.
AG3	El uso y aplicación de insecticidas y herbicidas se realizará de acuerdo a la normatividad de la CICOPLAST (Comisión Intersectorial para el Control, Proceso y Uso de Pesticidas y Sustancias Tóxicas).	Durante las actividades de construcción y operación del gasoducto no se utilizarán insecticidas ni herbicidas.
AG4	Se promoverán programas de certificación ambiental y de calidad agrícola a través de asesoría técnica para vincular las cadenas productivas de alto valor agregado.	Las actividades a realizar en las etapas del proyecto no involucran actividades agrícolas.
AG5	Se fomentará la creación y el mantenimiento de cercas vivas,	No se promoverá la creación de cercas vivas, ya que no se causará afectación a este tipo de formas durante la instalación del gasoducto principal.
AG6	Las áreas agrícolas de la UGA se considerarán estratégicas y NO podrán ser sustituidos por asentamientos o desarrollos urbanos.	La instalación del gasoducto se realizará dentro del derecho de vía de la carretera Federal No. 160.
AG7	Se promoverá la diversificación de cultivos acorde con las condiciones del sitio.	Este tipo de actividades no le competen al promovente del proyecto, ya que no se afectarán los cultivos presentes en los municipios donde se ubicará el proyecto.
AG8	Se mantendrán o crearán franjas de vegetación nativa de 5 o más metros alrededor de las parcelas, para proteger el uso y dar refugio a la fauna.	En el programa de remediación de impactos se tiene contemplado la reforestación en las áreas del derecho de vía de la carretera Federal No. 160, en caso de haber generado impactos negativos al suelo.
AG9	En las cercas vivas se promoverá la diversificación de especies nativas.	No se realizará la creación de cercas vivas ni tampoco la venta de productos agrícolas.
AG10	En terrenos agrícolas de áreas colindantes con las zonas urbanas, se fomentará la venta directa de productos al publico.	
AG11	Las aguas de riego provenientes de actividad humana, deberán someterse a un tratamiento previo al uso para evitar salinización y contaminación.	En las etapas del proyecto no se generaran descargas de agua residual o grises.
AG12	La aplicación de pesticidas será regulada y localizada para asegurar el control y manejo adecuado de los mismos.	No se utilizarán pesticidas en las actividades de construcción y operación del proyecto.
AG13	Se fomentarán aquellas prácticas agropecuarias que prevengan la erosión del suelo.	Durante la obra civil del proyecto, se buscará la manera de impactar lo menos posible al suelo existente en el derecho de vía de la carretera Federal No. 160, el cual ya presenta impactos por la presencia de RSO.





<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo compatible.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>	
<b>Sector: Agricultura</b>			
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>		
AG14	Se promoverá la transferencia de tecnología alternativa para el desarrollo de la actividad agrícola y pecuaria (según el caso).	<p>No se aplicarán tecnologías para la realización de actividades agrícolas, ya que éstas no se realizarán en la construcción y operación del gasoducto.</p> <p>Este tipo de actividades no se realizarán en las diferentes etapas del proyecto, ya que el proyecto consiste en el diseño ejecutivo de un gasoducto para el transporte de gas natural.</p>	
AG15	Se fomentará el uso múltiple del suelo en traspatio (hortalizas biodinámicas, manejo de aves de corral, árboles frutales, cunicultura, porcicultura, apicultura, acuicultura), para favorecer el autoabasto, incrementar la disponibilidad de productos para la dieta familiar y asegurar mayores excedentes comercializables y retornos monetarios al trabajo familiar.		
AG16	Se prohíbe el almacenamiento, uso alimentario y siembra de semillas y material vegetal transgénico para fines agrícolas, hortícolas, y pecuarios, a menos de que exista un estudio técnico y científico que demuestre que el material no afecta a los ecosistemas naturales, la salud humana y la del ganado.		
AG17	Se prohíbe la expansión de la superficie agrícola a costa del aprovechamiento forestal, el desmonte de la vegetación, el cinchamiento o muerte de la vegetación forestal por cualquier vía o procedimiento, la afectación a la vegetación natural, así como a la afectación del paisaje, la quema, remoción y barbecho de los ecosistemas de pastizales naturales y matorrales.		
AG18	Se emplearán métodos culturales como: rotación de cultivos, control biológico, control mecánico, métodos físicos y mecánicos, entre otros, para el control de plagas.		
AG19	Se gestionará ante dependencias y organismos estatales y federales competentes la asistencia técnica adecuada, créditos suficientes y apoyo a la comercialización de los productos del campo.		El proyecto no realizará actividades productivas agrícolas
AG20	Se creará y mantendrá actualizado un padrón de agricultores.		Esta actividad no se realizará en la construcción y operación del gasoducto.
AG21	Los agricultores inscritos en el padrón del sector que se apeguen a criterios ecológicos en las prácticas de cultivos tendrán prioridad para acceder a los incentivos agrícolas.		El proyecto no realizará actividades productivas agrícolas
AG22	El área de cultivo deberá estar separada de ríos y cuerpos de aguas por una zona de amortiguamiento boscosa de 30 m (geodésicos) de ancho, tomados desde el borde de la zona federal.	No se afectarán áreas de cultivo ni cuerpos de agua presentes en la zona.	



<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo compatible.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>
<b>Sector: Agricultura</b>		
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>	
AG23	Las aguas con alto contenido de sales no deberán usarse para el riego de aquellos suelos con bajo poder de infiltración o con drenaje deficiente.	Se utilizará agua tratada para el riego de las áreas donde se realice la obra civil del proyecto.
AG24	Debido a las variaciones en la calidad del agua, se le harán análisis periódicos, ya sea a intervalos dados o bien durante el periodo potencial de riesgo.	Solo se utilizará agua tratada durante las actividades a realizar en la obra civil del proyecto.
AG25	En las zonas de riego se recomienda establecer un cultivo de cobertera al final de cada ciclo del cultivo, que será incorporado como abono verde o bien utilizado como forraje en el siguiente ciclo.	No se afectarán zonas den riego
AG26	Las prácticas agrícolas tales como barbecho, surcado y terraceo deberán realizarse en el sentido de las curvas de nivel del terreno.	No se realizaran prácticas agrícolas en las etapas del proyecto.
AG27	Se gestionarán la capacitación, asistencia técnica y financiera necesaria para incrementar la producción de los cultivos, recurriendo ante los organismos oficiales competente.	Esto no se tiene contemplado en las actividades a desarrollar en el proyecto.
AG28	En las tierras de riego se fomentará la siembra de aquellos productos de mayor rentabilidad y realizar como mínimo dos cosechas al año, siendo necesaria la utilización racional de la infraestructura agrícola.	Las actividades de cosecha no están contempladas en las actividades del proyecto.
AG29	Para incrementar la productividad y rentabilidad de los cultivos se propiciará la organización social de los ejidatarios, a través del impulso o fortalecimiento de sus sociedades de productores, sociedades cooperativas, asociaciones con pequeños propietarios e inversionistas y grupos solidarios de producción, cuidando que la distribución de los costos, riesgos y beneficios sea equitativa.	No se realizarán actividades agrícolas en las etapas del proyecto.
AG30	Se fomentará la instalación de sistemas de riego de bajo consumo de agua.	No se realizará la instalación de sistemas de riego.
AG31	Se enfatizará el uso del agua utilizada para riego, mediante la conservación y rehabilitación de los canales de riego, requiriéndose de los suficientes recursos financieros, que deberán ser aportados por los distintos niveles de Gobierno: asimismo, se buscarán los mecanismos para que la población beneficiada participe mediante aportaciones económicas o de su fuerza de trabajo.	El suministro de agua tratada se realizará mediante tanques de almacenamiento portátiles.



<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo compatible.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>	
<b>Sector: Agricultura</b>			
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>		
AG32	Se fomentarán los programas de reconversión de uso agrícola a uso agroforestal.	Este tipo de actividad no le corresponde realizar a la empresa promovente del proyecto, ya que las actividades del mismo no tendrán relación ni causaran daños al sector agrícola de la región.	
AG33	Se canalizarán a las áreas temporales los recursos técnicos y financieros (créditos y seguros agrícolas) suficientes para apoyar a la producción de los cultivos tradicionales.		
<b>Sector: Asentamientos Humanos</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>	
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>		
AH1	Los asentamientos humanos y su densidad poblacional deberán adecuarse a la política, usos y criterios de la UGA.		Las actividades del proyecto se apegarán estrictamente a los criterios ecológicos de cada UGA.
AH2	No se permitirá construir establos y corrales dentro del área urbana.		No se tienen contempladas este tipo de actividades en la construcción y operación del proyecto.
AH3	Se fomentará el uso de especies nativas para la reforestación de las vialidades, áreas verdes y espacios abiertos públicos, con base en el listado de especies definido por el Ayuntamiento.		Las actividades de reforestación, en caso de requerirse, se realizaran con especies nativas de los municipios donde se ubicará el proyecto.
AH4	Los centros de población con más de 1 500 habitantes deberán contar con equipamiento para el manejo integral de residuos sólidos.		Durante la obra civil del proyecto se realizará un buen manejo de residuos desde la generación hasta su disposición final.
AH5	Se formulará y aplicará en la UGA un programa municipal de separación de residuos sólidos para su reducción, reuso y reciclaje. Los fraccionamientos, condominios y centros urbanos de vieja y nueva creación en la UGA deberán presentar un programa particular independiente.		La empresa promovente del proyecto cuenta con procedimientos para el correcto manejo de los RSO.
AH6	Se deberá modificar el coeficiente de ocupación del suelo (COS) y el coeficiente de absorción del suelo (CAS) establecidos en el Programa de Desarrollo Urbano vigente de manera que la superficie mínima de áreas verdes por predio sea mayor a los 12 metros cuadrados por habitante. No se considerarán como áreas verdes: el adopasto o cualquier elemento estructural de la edificación cubierto con vegetación.		Se realizará la reforestación de las áreas en caso de haber ocasionado impactos significativos en el derecho de vía de la carretera Federal No. 160.



<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo compatible.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>
<b>Sector: Asentamientos Humanos</b>		
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>	
AH7	No se permitirá la disposición de aguas residuales no tratadas, residuos sólidos y de construcción, corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables y biológicos infecciosos en ríos, canales, barrancas o en cualquier tipo de cuerpo natural.	No se generarán aguas residuales que puedan afectar a los cuerpos de agua naturales; y los RSO generados serán depositados en contenedores debidamente identificados.
AH8	Se fomentará la captación y la utilización de las aguas pluviales para el riego de las áreas verdes, llenado de albercas y uso domestico. El drenaje pluvial deberá estar separado del drenaje sanitario, cumpliendo con las especificaciones de diseño establecidas para este tipo de sistemas.	No se realizará el riego de áreas verdes, llenado de albercas ni para el uso domestico. Se utilizará agua tratada para el riego de las áreas donde se realizará la obra civil del proyecto.
AH9	Los centros de población con más de 2,500 habitantes deberán contar con plantas de tratamiento de aguas residuales, cumpliendo la NOM-003-SEMARNAT-1996.	Este criterio no le compete al promovente del proyecto.
AH10	Se promoverá que los centros de población de 2,500 habitantes o menos dirijan sus descargas hacia sistemas alternativos para el manejo de las aguas residuales.	
AH11	Los asentamientos humanos deberán contar con lineamiento para la construcción de obra e infraestructura relacionado con la prevención de desastres naturales, industriales y agropecuarios, y previo a la construcción se deberá elaborar un estudio de riesgo y prevención de desastres, avalado por la autoridad competente en materia de protección civil.	La infraestructura a instalar contará con las medidas necesarias de seguridad para la prevención de desastres, ya que se instalará de manera subterránea.
AH12	El desarrollo de las zonas de reserva urbana deberá efectuarse de forma gradual y con base en una optima densificación de las áreas urbanas existentes.	Esto no tiene incidencia con el proyecto
AH13	No se autorizará ni permitirá la creación de nuevos núcleos de población o asentamientos humanos.	
AH14	Se fomentará la reducción de la contaminación de las actividades comerciales.	Con el uso de un combustible más amigable con la atmósfera se promueve la reducción de la contaminación de la atmósfera.
AH15	Los asentamientos humanos deberán contar con equipamiento e infraestructura para el acopio y manejo de residuos sólidos adecuados a las condiciones topográficas y de acceso de la UGA.	Se instalarán contenedores para el correcto almacenamiento de los residuos sólidos, para posteriormente ser entregados a empresas debidamente autorizadas por el municipio para el confinamiento de dichos residuos.





<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo compatible.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>
<b>Sector: Industria</b>		
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>	
IN1	Se promoverá que las industrias que realicen actividades consideradas como riesgosas elaboren los estudios de riesgo ambiental y los programas para la prevención de accidentes.	Para dar cumplimiento a este criterio, la empresa promotora del proyecto realizará el Estudio de Riesgo Ambiental y elaborará el Programa para la Prevención de Accidentes.
IN2	Las industrias deberán cumplir con la normatividad vigente con relación al manejo y disposición final de residuos sólidos y líquidos.	La empresa se apegará a la normatividad ambiental Federal, Estatal y Municipal, para el manejo integral de los residuos.
IN3	Se deberá promover y estimular el reciclaje y tratamiento de los residuos industriales.	Solo se generarán residuos sólidos urbanos en las diferentes etapas del proyecto.
IN4	Las industrias ubicadas en el área de ordenamiento deberán reducir y controlar las emisiones de contaminantes a la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles de acuerdo con las normatividad vigente, particularmente las fuentes fijas de jurisdicción federal.	Para la mitigación de las emisiones de contaminantes se aplicará un programa de mantenimiento preventivo y los vehículos durante la obra civil circularán a baja velocidad.
IN5	Las industrias deberán cumplir con la normatividad relativa a la prevención y control de la contaminación del agua y los ecosistemas acuáticos.	Las actividades del proyecto se apegarán con estricto orden a las normas oficiales para la prevención de la contaminación del agua.
IN6	Deberán clasificarse los cuerpos receptores de descarga de aguas residuales de acuerdo a su capacidad de asimilación o dilución y determinarse la carga contaminante que pueden recibir sin afectar la calidad de los ecosistemas y los servicios ambientales que brindan.	No se generarán descargas de agua residual en las diferentes etapas del proyecto.
IN7	Las actividades industriales deberán prevenir y reducir la generación de residuos sólidos e incorporar técnicas para su reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficiente.	Mediante procedimientos, se cuenta con las medidas y técnicas para prevenir la contaminación del suelo por la generación de RSO.
IN8	Toda infraestructura donde exista riesgo de derrames, deberá contar con diques de contención acordes al tipo y volumen de almacenamiento y conducción.	En la operación del gasoducto, se contará con las medidas preventivas de seguridad para la detección de fugas, lo cual, corresponde a los celajes diarios del derecho de vía del gasoducto para descartar la presencia de fugas.
IN9	Toda industria, conjuntamente con las autoridades competentes, deberá informar a la población circundante de los riesgos inherentes a los procesos de producción y conducción, y deberán participar en la implementación de los planes de contingencia correspondientes.	Como parte de la responsabilidad del promotor del proyecto, está la de alertar a la población del riesgo existente por la operación del gasoducto.
IN10	Las autoridades competentes periódicamente deberán revisar los planes de contingencia de cada industria, así como el correcto funcionamiento de la planta industrial y de los programas de seguridad industrial.	La empresa promotora del proyecto contará con los documentos solicitados en el presente criterio, mismos que tendrá disponibles para su evaluación por la autoridad competente.



<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo compatible.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>
<b>Sector: Industria</b>		
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>	
IN11	Se prohíbe el depósito de desechos sólidos y las descargas de drenaje sanitario y/o industrial sin tratamiento a cuerpos de agua permanente y temporal.	No se generarán descargas de agua residual.
IN12	Se deberán restaurar las áreas afectadas por los depósitos de sustancias de desecho producto de los procesos industriales, de acuerdo a un plan aprobado por las autoridades competentes.	No se afectará al suelo existente en el derecho de vía de la carretera Federal No. 160, por sustancias de desecho.
IN13	Se buscará la diversificación de las actividades industriales de forma tal que se aprovechen las materias primas, sustancias de desecho y los insumos regionales.	Se aprovechará el suelo existente en el derecho de vía de la carretera Federal No. 160, por tratarse de área ya impactada por las actividades antropogénicas de los habitantes de los municipios por donde se ubica dicha vialidad.
IN14	Se fomentará que la industria existente aproveche la totalidad de su capacidad instalada e incremente su participación social mediante capacitación de la población de las comunidades aledañas.	En todo momento se aprovechará la totalidad de la capacidad instalada para dar suministro de gas natural a los socios comerciales.
IN15	Las instalaciones industriales deberán estar separada de barrancas, ríos y de cuerpos de agua por una zona de amortiguamiento de 50 m de ancho, en caso contrario deberán mostrar mediante estudios técnicos el nulo impacto.	Como ya se citó, el proyecto quedará instalado dentro del derecho de vía de la carretera Federal No. 16, el cual se encuentra separado de barrancas, ríos y cuerpos de agua.

*Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Municipio de Cuautla, Morelos.*

Para lograr que el potencial de los paisajes y el manejo de los criterios, lineamientos medidas y recomendaciones ecológicas sean aplicables en un contexto espacial es necesario delimitar las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) que constituirán el modelo base del Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio.

En términos generales, estas unidades se caracterizan por su homogeneidad en los atributos naturales, situación ambiental y la aptitud territorial. De esta forma, para su delimitación se consideraron los conflictos territoriales identificados, los usos y destinos del suelo asignados en el programa municipal de desarrollo urbano vigente y la propuesta de la ciudadanía como resultado de los talleres de planeación participativa. Para lo anterior, se realizó un análisis interdisciplinario, incluyendo la participación de los funcionarios que inciden en la toma de decisiones urbano-ambientales del municipio.

Para el municipio de Cuautla se definieron 39 Unidades de Gestión Ambiental (UGA), las cuales tienen asignadas, las políticas ambientales, modalidades de usos de suelo predominante, compatible y condicionado, así como los criterios de regulación ecológica y las metas ambientales a corto mediano y largo plazo.



### **Políticas Ambientales.**

Las condiciones ambientales del territorio, su calidad y fragilidad son fundamentales para establecer las políticas de ordenamiento. Así como para definir los criterios de uso de suelo para Protección, Preservación, Restauración y Aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. Este proceso de análisis permite asignar a cada polígono la política ambiental más adecuada con sus diferentes modalidades de usos del suelo, como uso predominante, compatible y condicionado.

De acuerdo a la Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, del Estado de Morelos, se consideraron las siguientes políticas:

Preservación (Pre). El conjunto de políticas y medidas para mantener las condiciones que propicien la evolución y continuidad de los ecosistemas y hábitats naturales, así como para conservar a las poblaciones viables de especies en sus entornos naturales y los componentes de la biodiversidad de su hábitat natural. Se aplica a aquellas áreas que cumplen con una función ecológica importante, zonas en las que se pueden realizar ciertas actividades, limitadas a usos que permitan la preservación de las condiciones naturales y propicien la recuperación del equilibrio ambiental.

Protección (Pro). El conjunto de políticas y medidas para mejorar el ambiente y evitar su deterioro. Se asigna a aquellas áreas donde, por las características ecológicas de sus ecosistemas, se busca preservar los ambientes naturales con el fin de asegurar el equilibrio y la continuidad de los procesos ecológicos.

Restauración (Res). Conjunto de actividades tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales. Se asigna a las áreas que han estado sometidas a procesos de deterioro ambiental y que, por sus características originales, deberán ser restauradas con el fin de recuperar hábitats importantes o procesos ecológicos vitales.

Aprovechamiento sustentable (Apr). Es la utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos. Esta política que se asigna a aquellas áreas donde será permitido el uso y manejo de los recursos renovables y no renovables, en forma tal que resulte eficiente, socialmente útil y que no impacte en forma negativa y de manera significativa a los procesos ecológicos de la región.

**Fuente: Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Municipio de Cuautla, Morelos.  
Gobierno del estado de Morelos.  
14 de Mayo del 2008.**

De acuerdo al Mapa del Modelo de Ordenamiento Ecológico del Territorio de Cuautla Morelos, las Unidades de Gestión Ambiental (UGA's) que tendrán influencia en el presente proyecto son la No. 16, 17, 21, 22, 23, 27, 30, 31, 32 y 34 (**Ver Figura III.4**). A continuación se indican las características de cada UGA, donde tendrá influencia el proyecto.



**Tabla III.1.3** Unidad de Gestión Ambiental No. 16.

Política	Superficie (Has)	Usos de Suelo			Criterios
		Predominante	Compatible	Condicionado	
Aprovechamiento	743	Agricultura (temporal)	Agricultura (temporal),  Asentamientos humanos,  Infraestructura y Equipamiento.	Agricultura,  Asentamientos humanos,  Cultural,  Infraestructura y Equipamiento.	Gn 2,3,4,5,6,7,9,10,11,12; Ag 1,2,3,4,5,6,7,8; Ah 1,2,3,5,6; Cu 1,2,3; IyE 6,7,8,9,10,12,13.  <b>Ver Tabla III.1.13</b>

**Tabla III.1.4** Unidad de Gestión Ambiental No. 17.

Política	Superficie (Has)	Usos de Suelo			Criterios
		Predominante	Compatible	Condicionado	
Aprovechamiento y Restauración	1 815	Asentamientos humanos	Asentamientos humanos,  Infraestructura y Equipamiento,  Turismo.	Asentamientos humanos,  Cultural,  Infraestructura y equipamiento,  Turismo	Gn 1,2,3,4,5,6,7,10,11,13; Ah 1,2,3,5,6,7; Cu 1,2,3; IyE 1,2,4,5,6,7,8,10; Tu 2,3,4.  <b>Ver Tabla III.1.13</b>

**Tabla III.1.5** Unidad de Gestión Ambiental No. 21.

Política	Superficie (Has)	Usos de Suelo			Criterios
		Predominante	Compatible	Condicionado	
Restauración	28,6	Flora y Fauna	Flora y Fauna	Flora y Fauna,  Forestal.	Gn 5,6,10,12 Ff 1,2,3,5,6,7,8,9. Fo 3,4,7,8,9.  <b>Ver Tabla III.1.13</b>

**Tabla III.1.6** Unidad de Gestión Ambiental No. 22.

Política	Superficie (Has)	Usos de Suelo			Criterios
		Predominante	Compatible	Condicionado	
Aprovechamiento	183	Agricultura (riego)	Agricultura,  Cultural.	Agricultura,  Asentamientos humanos,  Cultural,  Turismo (sustentable)	Gn 1,5,6,9,11,12; Ag 1,2,3,4,5,6,7,8; Ah 1,2,3,5,6; Cu 1,2,3; Tu 1,2,3,4.  <b>Ver Tabla III.1.13</b>





**Tabla III.1.7** Unidad de Gestión Ambiental No. 23.

Política	Superficie (Has)	Usos de Suelo			Criterios
		Predominante	Compatible	Condicionado	
Aprovechamiento	75,5	Agricultura	Agricultura, Infraestructura y Equipamiento, Forestal.	Agricultura, Asentamientos humanos, Infraestructura y Equipamiento.	Gn 5,10,12; Ag 1,2,3,4,5,6,7,8; Ah 1,2,3,5,6,7; IyE 6,7,8,9,10,12,13;  <i>Ver Tabla III.1.13</i>

**Tabla III.1.8** Unidad de Gestión Ambiental No. 27.

Política	Superficie (Has)	Usos de Suelo			Criterios
		Predominante	Compatible	Condicionado	
Aprovechamiento	909	Asentamientos humanos	Asentamientos humanos, Infraestructura y Equipamiento.	Asentamientos humanos, Cultural, Infraestructura y Equipamiento, Turismo.	Gn 1,5,6,10,12; Ah 1,2,3,5,6,7; Cu 1,2,3; IyE 2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12; Tu 2,3,4,5.  <i>Ver Tabla III.1.13</i>

**Tabla III.1.9** Unidad de Gestión Ambiental No. 30.

Política	Superficie (Has)	Usos de Suelo			Criterios
		Predominante	Compatible	Condicionado	
Aprovechamiento	215	Agricultura (temporal)	Agricultura, Forestal.	Agricultura, Forestal.	Gn 5,6,10,12; Ag 1,2,3,4,5,6,7,8; Fo 3,4,5,6,7,8,9.  <i>Ver Tabla III.1.13</i>

**Tabla III.1.10** Unidad de Gestión Ambiental No. 31.

Política	Superficie (Has)	Usos de Suelo			Criterios
		Predominante	Compatible	Condicionado	
Aprovechamiento	64	Asentamientos humanos.	Asentamientos humanos, Infraestructura y Equipamiento.	Asentamientos humanos, Infraestructura y Equipamiento.	Gn 5,6,10,12; Ah 1,2,3,5,6; IyE 2,4,5,7,8,9,10,11,12.  <i>Ver Tabla III.1.13</i>



**Tabla III.1.11** Unidad de Gestión Ambiental No. 32.

Política	Superficie (Has)	Usos de Suelo			Criterios
		Predominante	Compatible	Condicionado	
Aprovechamiento	349	Agricultura (Temporal).	Agricultura, Forestal.	Agricultura, Forestal.	Gn 5,6,10,12; Ag 1,2,3,4,5,6,7,8 Fo 3,4,5,6,7,8,9.  <i>Ver Tabla III.1.13</i>

**Tabla III.1.12** Unidad de Gestión Ambiental No. 34.

Política	Superficie (Has)	Usos de Suelo			Criterios
		Predominante	Compatible	Condicionado	
Protección	39,1	Flora y Fauna.	Flora y Fauna, Forestal.	Flora y Fauna, Forestal.	Gn 10 Ff 1,5,6,7,8,9 Fo 3,4,5,6,7,8,9.  <i>Ver Tabla III.1.13</i>

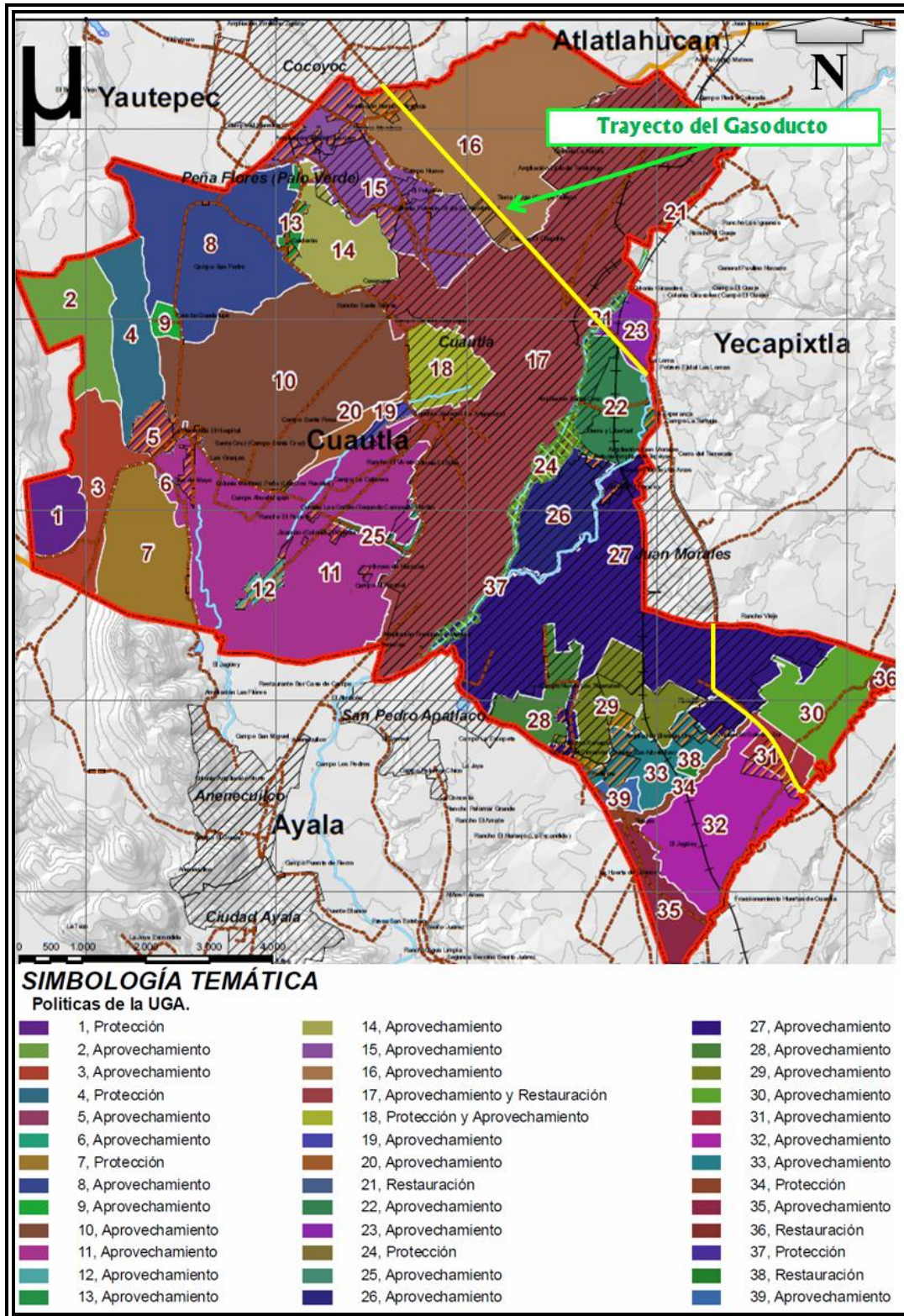


Figura III.4 Mapa del Modelo de Ordenamiento Ecológico Territorial de Cautla, Mor., apreciándose el trayecto del gasoducto (línea amarilla) y las UGA's que le aplican al proyecto.



<b>UGA:</b>	16		
<b>Política:</b>	Aprovechamiento		
<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo condicionados.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>	
<b>Sector: Generales</b>			
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>		
2	Las descargas de aguas residuales deberán tratarse mediante sistemas que garanticen el cumplimiento de los parámetros establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-1996,		En las etapas del proyecto no se generarán aguas residuales,
3	Evitar la alteración ambiental de áreas de recarga de acuíferos,		La instalación del gasoducto principal, no causará afectación a la recarga de los acuíferos presentes en la zona donde se ubicará el proyecto, ya que el material con el que se recubrirá la zanja es 100% permeable.
4	No deberán ubicarse tiraderos para la disposición de residuos sólidos en las barrancas,		Los residuos sólidos urbanos generados en las etapas del proyecto, serán almacenados temporalmente en contenedores debidamente identificados para tal fin, por lo que no se dispondrán sobre suelo natural.
5	Se promoverá la reinyección de agua pluvial al subsuelo mediante diversas técnicas,		El proyecto del gasoducto no se contrapone con la iniciativa de reinyectar agua pluvial al subsuelo, por quedar alojado en el derecho de vía de la carretera 160.
6	Los residuos sólidos domésticos deberán ser depositados en sitios que la autoridad competente dictamine. Bajo la lógica de separación de residuos (orgánica e inorgánica),		Los residuos sólidos urbanos generados se entregarán a empresas debidamente autorizadas para el transporte y disposición de los mismos.
7	Se fomentará el establecimiento de centros de acopio de basura,		Los residuos e manejo especial que sean generados en las etapas del proyecto serán entregados a empresas dedicadas a la recolección de los mismos para su posterior reciclaje.
9	Las zonas perturbadas deberán entrar a un esquema de restauración, permitiéndose además la recuperación natural de la vegetación,		Mediante el programa de mitigación y prevención de impactos, la empresa realizará actividades que permitan la recuperación del suelo y la restauración de la vegetación silvestre.
10	Se deberán conservar los sitios de importancia cultural bajo criterios del INAH.		La instalación del gasoducto principal, por estar dentro del derecho de vía de las carreteras Federales 160 y 115, no causará afectaciones a sitios de importancia cultural.





<b>UGA:</b>	16		
<b>Política:</b>	Aprovechamiento		
<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo condicionados.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>	
<b>Sector: Agricultura</b>			
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>	<p>El proyecto no tiene contemplado la realización de actividades relacionadas con la agricultura, ya que este consiste en la instalación de un gasoducto principal, dentro de derechos de vía de carreteras que ya se encuentran impactados por actividades antropogénicas, por lo que los impactos negativos a la cobertura vegetal del área de influencia del proyecto serán mínimos; en los casos donde la apertura de la zanja haya impactado a especies vegetales, se realizarán actividades de restauración y reforestación, mediante el composteo del suelo y otros métodos para la compactación y nivelación del terreno afectado. Así mismo, los residuos sólidos generados serán dispuestos en contenedores apropiadas para el almacenamiento temporal de los mismos, con el fin de evitar que éstos se arrojen a cuerpos de agua.</p>	
1	Se deberá hacer una adecuada rotación e intercalación de cultivos,		
2	Se deberá llevar a cabo un estrecho control sobre las aplicaciones de productos agroquímicos (fertilizantes),		
3	Incorporar a los procesos de fertilización del suelo material orgánico (estiércol),		
4	Se deberán instrumentar técnicas de conservación del suelo y del agua,		
5	Se deberán establecer medidas para el control de la erosión,		
6	Se prohíbe el uso de cebos envenenados para controlar plagas de roedores,		
7	Se deberá promover el uso de árboles nativos del Estado como barreras o cercas vivas,		
8	Se prohíbe tirar residuos o depositar envases en canales de riego u otros cuerpos de agua.		

<b>UGA:</b>	16		
<b>Política:</b>	Aprovechamiento		
<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo condicionados.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>	
<b>Sector: Asentamientos Humanos</b>			
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>	<p>El proyecto consiste en la instalación de un gasoducto principal para usos propios de Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V., por lo que no se tiene contemplado la construcción de viviendas ni asentamientos humanos durante la ejecución del proyecto, así como la afectación de terrenos agrícolas, ya que el derecho de vía de las carreteras Federales 160 y 115, pasan por los límites de éstos. Por lo anterior, los criterios establecidos para este sector no le aplican al proyecto.</p>	
1	La expansión urbana solo será permitida en las áreas determinadas como aptas para asentamientos humanos, aprobadas por el Programa Desarrollo Urbano vigente, el cual deberá considerar para sus actualizaciones y otros niveles de planeación, los usos compatibles que establecen en el presente instrumento,		
2	La densidad de población en las localidades, deberá ser definida a partir de los Programa de Desarrollo Urbano en sus diferentes modalidades (Zona Conurbada, Municipales, Centros de Población, Parciales), que evalúe la capacidad del área para proveer agua potable, los impactos ambientales al ecosistema, la tecnología aplicable en el manejo y disposición de residuos sólidos y líquidos así como el equipamiento vial necesario,		
3	Se prohíbe la creación de asentamientos humanos sobre predios agrícolas,		



<b>UGA:</b>	16		
<b>Política:</b>	Aprovechamiento		
<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo condicionados.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>	
<b>Sector: Asentamientos Humanos</b>		<p>El proyecto consiste en la instalación de un gasoducto principal para usos propios de Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V., por lo que no se tiene contemplado la construcción de viviendas ni asentamientos humanos durante la ejecución del proyecto, así como la afectación de terrenos agrícolas, ya que el derecho de vía de las carreteras Federales 160 y 115, pasan por los límites de éstos. Por lo anterior, los criterios establecidos para este sector no le aplican al proyecto.</p>	
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>		
5	Establecer áreas verdes que serán preferentemente de especies nativas al igual que los espacios abiertos,		
6	En terrenos baldíos se promoverá el diseño de jardines para evitar su deterioro y que den paso como basureros y con proliferación de fauna nociva.		

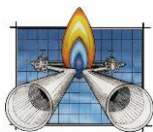
<b>UGA:</b>	16		
<b>Política:</b>	Aprovechamiento		
<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo condicionados.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>	
<b>Sector: Cultural</b>		<p>Durante la construcción y puesta en marcha del proyecto, no se tiene contemplado el desarrollo de actividades culturales, así como la afectación al patrimonio cultural e histórico de los municipios donde se ubicará el proyecto.</p>	
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>		
1	Se permitirá actividades culturales de acuerdo con la normatividad y restricciones que establezca el Instituto Nacional de Antropología e Historia,		
2	Se promoverá toda actividad de apreciación y educación socio-cultural,		
3	Se fomentarán eventos culturales que no afecten el patrimonio cultural e histórico.		

<b>UGA:</b>	16		
<b>Política:</b>	Aprovechamiento		
<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo condicionados.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>	
<b>Sector: Infraestructura y Equipamiento</b>		<p>En las etapas el proyecto, no se generarán aguas residuales que afecten el ecosistema de las áreas naturales. Ya que durante la obra civil del proyecto, se instalarán sanitarios portátiles, de los cuales, la empresa responsable se hará cargo de la limpieza y cuidado de los mismos.</p>	
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>		
6	Las descargas del drenaje en zonas naturales deberán contar con sistemas de tratamiento,		
7	Toda descarga de aguas residuales deberá cumplir con la NOM-SEMARNAT-001-1996, NOM- 002-SEMARNAT-96, Ley de Aguas Nacionales y su reglamento,	<p>No se generarán descargas de agua residual.</p>	



<b>UGA:</b>	16		
<b>Política:</b>	Aprovechamiento		
<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo condicionados.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>	
<b>Sector: Infraestructura y Equipamiento</b>			
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>		
8	Queda prohibido la construcción de pozos de absorción para el drenaje proveniente de diversas instalaciones,	Debido a que no se realizará la construcción de infraestructura para drenaje pluvial o sanitario, no se construirán pozos de absorción.	
9	No se permite la disposición de aguas residuales no tratadas, descargas de drenaje sanitario y desechos sólidos en cualquier tipo de cuerpo de agua natural,	No se generarán aguas residuales en las etapas el proyecto, así mismo, no se dispondrán residuos sólidos en los cuerpos de agua presentes en el derecho de vía de la carretera Federal 160 y 115, ya que se instalarán contenedores para el almacenamiento temporal de los mismo..	
10	Queda prohibido construir infraestructura para el abastecimiento de agua a partir de manantiales y cuerpos naturales de agua,	Este tipo de actividades no se realizarán en ninguna de las etapas del proyecto.	
12	Se deberá cumplir con la normatividad que establezca la dirección de protección civil municipal,	Con el fin de trabajar sustentablemente en cada una de las etapas del proyecto, Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, se apegará estrictamente a las NOM y a la legislación Municipal, Estatal y Federal, vigente.	
13	La infraestructura para relleno sanitario deberá ser controlado.	No realizará la construcción de rellenos sanitarios, en la instalación del gasoducto principal.	

<b>UGA:</b>	17		
<b>Política:</b>	Aprovechamiento y Restauración		
<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo condicionados.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>	
<b>Sector: Generales</b>			
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>		
1	Se deberán proteger y restaurar las corrientes, manantiales arroyos, ríos, canales, cauces,	El gasoducto de principal se instalará dentro del derecho de vía de la carretera Federal 160 y 115, por lo cual, no se afectarán las corrientes fluviales presentes en la zona de influencia del proyecto, ya que en los putos importantes donde se pretenda salvar el medio físico del cruce, se realizará la perforación direccional del subsuelo.	
2	Las descargas de aguas residuales deberán tratarse mediante sistemas que garanticen el cumplimiento de los parámetros establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-1996,	En las etapas del proyecto no se generarán aguas residuales,	
3	Evitar la alteración ambiental de áreas de recarga de acuíferos,	La instalación del gasoducto principal, no causará afectación a la recarga de los acuíferos presentes en la zona donde se ubicará el proyecto, ya que el material con el que se recubrirá la zanja es 100% permeable.	



<b>UGA:</b>	17		
<b>Política:</b>	Aprovechamiento y Restauración		
<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo condicionados.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>	
<b>Sector: Generales</b>			
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>		
4	No deberán ubicarse tiraderos para la disposición de residuos sólidos en las barrancas,		Los residuos sólidos urbanos generados en las etapas del proyecto, serán almacenados temporalmente en contenedores debidamente identificados para tal fin, por lo que no se dispondrán sobre suelo natural.
5	Se promoverá la reinyección de agua pluvial al subsuelo mediante diversas técnicas,		El proyecto del gasoducto no se contrapone con la iniciativa de reinyectar agua pluvial al subsuelo, por quedar alojado en el derecho de vía de la carretera 160.
6	Los residuos sólidos domésticos deberán ser depositados en sitios que la autoridad competente dictamine. Bajo la lógica de separación de residuos (orgánica e inorgánica),		Los residuos sólidos urbanos generados se entregarán a empresas debidamente autorizadas para el transporte y disposición de los mismos.
7	Se fomentará el establecimiento de centros de acopio de basura,		Los residuos e manejo especial que sean generados en las etapas del proyecto serán entregados a empresas dedicadas a la recolección de los mismos para su posterior reciclaje.
10	Se deberán conservar los sitios de importancia cultural bajo criterios del INAH.		La instalación del gasoducto principal, por estar dentro del derecho de vía de las carreteras Federales 160 y 115, no causará afectaciones a sitios de importancia cultural.

<b>UGA:</b>	17		
<b>Política:</b>	Aprovechamiento y Restauración		
<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo condicionados.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>	
<b>Sector: Asentamientos Humanos</b>			
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>		
1	La expansión urbana solo será permitida en las áreas determinadas como aptas para asentamientos humanos, aprobadas por el Programa Desarrollo Urbano vigente, el cual deberá considerar para sus actualizaciones y otros niveles de planeación, los usos compatibles que establecen en el presente instrumento,		El proyecto consiste en la instalación de un gasoducto principal para usos propios de Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V., por lo que no se tiene contemplado la construcción de viviendas ni asentamientos humanos durante la ejecución del proyecto, así como la afectación de terrenos agrícolas, ya que el derecho de vía de las carreteras Federales 160 y 115, pasan por los límites de éstos. Por lo anterior, los criterios establecidos para este sector no le aplican al proyecto.





<b>UGA:</b>	17		
<b>Política:</b>	Aprovechamiento y Restauración		
<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo condicionados.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>	
<b>Sector: Asentamientos Humanos</b>			
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>		
2	La densidad de población en las localidades, deberá ser definida a partir de los Programa de Desarrollo Urbano en sus diferentes modalidades (Zona Conurbada, Municipales, Centros de Población, Parciales), que evalúe la capacidad del área para proveer agua potable, los impactos ambientales al ecosistema, la tecnología aplicable en el manejo y disposición de residuos sólidos y líquidos así como el equipamiento vial necesario,	El proyecto consiste en la instalación de un gasoducto principal para usos propios de Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V., por lo que no se tiene contemplado la construcción de viviendas ni asentamientos humanos durante la ejecución del proyecto, así como la afectación de terrenos agrícolas, ya que el derecho de vía de las carreteras Federales 160 y 115, pasan por los límites de éstos. Por lo anterior, los criterios establecidos para este sector no le aplican al proyecto.	
3	Se prohíbe la creación de asentamientos humanos sobre predios agrícolas,		
5	Establecer áreas verdes que serán preferentemente de especies nativas al igual que los espacios abiertos,		
6	En terrenos baldíos se promoverá el diseño de jardines para evitar su deterioro y que den paso como basureros y con proliferación de fauna nociva.		
7	Se establecerán medidas necesarias para que la emisión de ruidos generados por vehículos automotores cumpla lo establecido en la NOM-080 y 081-SEMARNAT-1994 (fuentes móviles).	Las emisiones de ruido generadas durante el desarrollo de la obra civil del proyecto, estarán reguladas estrictamente por las normas indicadas en este criterio, con el fin de cumplir satisfactoriamente con los Límites Máximos Permisible (LMP).	

<b>UGA:</b>	17		
<b>Política:</b>	Aprovechamiento y Restauración		
<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo condicionados.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>	
<b>Sector: Cultural</b>			
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>		
1	Se permitirá actividades culturales de acuerdo con la normatividad y restricciones que establezca el Instituto Nacional de Antropología e Historia,	Durante la construcción y puesta en marcha del proyecto, no se tiene contemplado el desarrollo de actividades culturales, así como la afectación al patrimonio cultural e histórico de los municipios donde se ubicará el proyecto.	
2	Se promoverá toda actividad de apreciación y educación socio-cultural,		
3	Se fomentarán eventos culturales que no afecten el patrimonio cultural e histórico.		



<b>UGA:</b>	17	
<b>Política:</b>	Aprovechamiento y Restauración	
<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo condicionados.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>
<b>Sector: Turismo</b>		
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>	<p>Durante las etapas del proyecto, no se realizarán actividades de turismo o ecoturismo, ya que el proyecto consiste en la instalación de un gasoducto principal para usos propios de Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos.</p>
2	Desarrollar actividades recreativas y/o ecoturísticas en contacto directo con la naturaleza y el patrimonio cultural apegados a los preceptos de la conservación ambiental	
3	Se podrán realizar actividades turísticas con crecimiento controlado	
4	Se realizarán actividades de apreciación, educación ambiental y conocimiento de la naturaleza a través de la interacción con la misma sin deteriorarla	

<b>UGA:</b>	17	
<b>Política:</b>	Aprovechamiento y Restauración	
<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo condicionados.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>
<b>Sector: Infraestructura y Equipamiento</b>		
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>	<p>La infraestructura a instalar para el transporte de gas Natural, se realizará dentro del derecho de vía de la carretera Federal No. 160 y 115, el cual presente suelo ya impactado por las actividades antropogénicas de la región.</p> <p>Los residuos generados en las diferentes etapas del proyecto serán entregados a empresas debidamente autorizadas para el transporte y disposición final de los mismos.</p> <p>Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, cuenta con el procedimiento para el manejo de los residuos sólidos urbanos conforme a lo establecido en la normatividad ambiental vigente.</p> <p>Los residuos generados en las etapas del proyecto serán almacenados temporalmente en contenedores debidamente identificados, para posteriormente ser entregados a las empresas autorizadas por el municipio para el transporte y disposición de los residuos conforme a lo establecido en la Ley.</p> <p>En las etapas del proyecto, no se generarán aguas residuales que afecten el ecosistema de las áreas naturales. Ya que durante la obra civil del proyecto, se instalarán sanitarios portátiles, de los cuales, la empresa responsable se hará cargo de la limpieza y cuidado de los mismos.</p>
1	Se prohíbe la instalación de cualquier tipo de infraestructura, fuera de los asentamientos humanos, con excepción de aquella necesaria para desarrollar actividades de protección, educación ambiental, investigación y rescate arqueológico,	
2	Se permitirá el establecimiento de centros de acopio para el reciclaje de basura,	
4	Los habitantes deberán seguir un programa de reducción y separación de los desechos sólidos,	
5	Se prohíbe la ubicación de tiraderos a cielo abierto,	
6	Las descargas del drenaje en zonas naturales deberán contar con sistemas de tratamiento,	
7	Toda descarga de aguas residuales deberá cumplir con la NOM-SEMARNAT-001-1996, NOM-002-SEMARNAT-96, Ley de Aguas Nacionales y su reglamento,	



<b>UGA:</b>	17	
<b>Política:</b>	Aprovechamiento y Restauración	
<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo condicionados.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>
<b>Sector: Infraestructura y Equipamiento</b>		
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>	
8	Queda prohibido la construcción de pozos de absorción para el drenaje proveniente de diversas instalaciones,	Debido a que no se realizará la construcción de infraestructura para drenaje pluvial o sanitario, no se construirán pozos de absorción.
10	Queda prohibido construir infraestructura para el abastecimiento de agua a partir de manantiales y cuerpos naturales de agua,	Este tipo de actividades no se realizarán en ninguna de las etapas del proyecto.

<b>UGA:</b>	21	
<b>Política:</b>	Restauración	
<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo condicionados.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>
<b>Sector: Flora y Fauna</b>		
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>	
1	Reforestar las zonas dañadas con especies nativas y no permitir la introducción de especies exóticas de flora y fauna,	Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, dentro del programa de prevención y mitigación de impactos, tiene contemplado la reforestación de flora silvestre en caso de haber ocasionado impactos negativos en la instalación del gasoducto principal.
2	Se prohíbe la extracción, captura o comercialización de las especies de flora y fauna, especialmente aquellas incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010,	Durante las etapas del proyecto no se realizará la captura de especies nativas de la región con fines de comercialización
3	Ningún tipo de actividad debe alterar el desarrollo de las comunidades de flora y fauna y su interacción con los ecosistemas naturales,	El gasoducto principal será instalado dentro de derechos de vía de carreteras Federales, en donde el suelo presente se encuentra impactado por las actividades de mantenimiento y conservación de las carreteras, por lo que los impactos a la flora debido al desarrollo de las etapas del proyecto, serán mínimos, y en caso de causar impactos, solo se realizarán a comunidades vegetativas silvestres. Así mismo, no se realizará el cambio de uso de suelo en áreas forestales ni tampoco se afectarán los hábitats naturales de la fauna silvestre y vegetación.
5	Se deberá evitar el cambio de uso de suelo, donde se desarrolla la vida silvestre y forestal,	
6	Deberán respetarse todas aquellas áreas con relictos de vegetación natural y aquellos que conforman hábitat para la vida silvestre,	Dentro de las actividades de prevención y mitigación de impactos, se tienen contempladas acciones para la restauración del suelo dentro del derecho de vía del gasoducto principal, en caso de haber causado afectación al mismo.
7	Se deberán realizar prácticas de mantenimiento de cobertura máxima del suelo,	No se realizará la construcción de rellenos sanitarios en zonas de protección ecológica.
8	Se prohíbe la ubicación de rellenos sanitarios y tiraderos de residuos sólidos en zonas de protección ecológica,	



<b>UGA:</b>	21		
<b>Política:</b>	Restauración		
<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo condicionados.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>	
<b>Sector: Flora y Fauna</b>			
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>		
9	No autorizar actividades incompatibles con la protección de los recursos naturales.	El área donde se instalará el gasoducto principal, que es el derecho de vía de las carreteras Federales No. 160 y 115, presenta impactos a la comunidad florística y erosión al suelo, lo que hace que la instauración del proyecto cause menos impactos al sistema natural de la región.	

<b>UGA:</b>	21		
<b>Política:</b>	Restauración		
<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo condicionados.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>	
<b>Sector: Forestal</b>			
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>		
3	Se deberán reforestar áreas dañadas. Para reforestar sólo se deberá emplear especies nativas	Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, dentro del programa de prevención y mitigación de impactos, tiene contemplado la reforestación de flora silvestre en caso de haber ocasionado impactos negativos en la instalación del gasoducto principal.	
4	Se deberá prevenir incendios forestales	Durante la obra civil del proyecto se pretende trabajar sustentablemente, evitando generar incendios que puedan dañar el ecosistema presente en la zona en estudio.	
7	Se deberá implementar un programa de manejo integral para garantizar la regeneración efectiva de la vegetación	Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V., tiene estructurado un programa para la prevención y mitigación de impactos, con el objeto de establecer medidas para garantizar la restauración del sistema ambiental en caso de haber causado afectaciones a éste, así mismo, tiene contemplado la verificación de un inspector ambiental para darle seguimiento a las medidas de restauración hasta su conclusión.	
8	Implementar medidas de remediación de suelos		

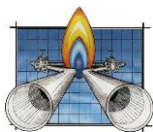
<b>UGA:</b>	21		
<b>Política:</b>	Restauración		
<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo condicionados.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>	
<b>Sector: Generales</b>			
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>		
5	Se promoverá la reinyección de agua pluvial al subsuelo mediante diversas técnicas,	El proyecto del gasoducto no se contrapone con la iniciativa de reinyectar agua pluvial al subsuelo, por quedar alojado en el derecho de vía de la carretera 160.	





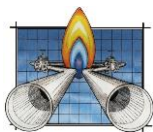
<b>UGA:</b>	21		
<b>Política:</b>	Restauración		
<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo condicionados.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>	
<b>Sector: Generales</b>			
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>		
6	Los residuos sólidos domésticos deberán ser depositados en sitios que la autoridad competente dictamine. Bajo la lógica de separación de residuos (orgánica e inorgánica),	Los residuos sólidos urbanos generados se entregarán a empresas debidamente autorizadas para el transporte y disposición de los mismos.	
10	Se deberán conservar los sitios de importancia cultural bajo criterios del INAH.	La instalación del gasoducto de 30"Φ, por estar dentro del derecho de vía de las carreteras Federales 160 y 115, no causará afectaciones a sitios de importancia cultural.	

<b>UGA:</b>	22		
<b>Política:</b>	Aprovechamiento		
<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo condicionados.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>	
<b>Sector: Generales</b>			
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>		
1	Se deberán proteger y restaurar las corrientes, manantiales arroyos, ríos, canales, cauces,	El gasoducto principal se instalará dentro del derecho de vía de la carretera Federal No. 160, por lo cual, no se afectarán las corrientes fluviales presentes en la zona de influencia del proyecto, ya que en los puntos importantes donde se pretenda salvar el medio físico del cruce, se realizará la perforación direccional del subsuelo.	
5	Se promoverá la reinyección de agua pluvial al subsuelo mediante diversas técnicas,	El proyecto del gasoducto no se contrapone con la iniciativa de reinyectar agua pluvial al subsuelo, por quedar alojado en el derecho de vía de la carretera Federal No. 160.	
6	Los residuos sólidos domésticos deberán ser depositados en sitios que la autoridad competente dictamine. Bajo la lógica de separación de residuos (orgánica e inorgánica),	Los residuos sólidos urbanos generados se entregarán a empresas debidamente autorizadas para el transporte y disposición de los mismos.	
9	Las zonas perturbadas deberán entrar a un esquema de restauración, permitiéndose además la recuperación natural de la vegetación,	Mediante el programa de mitigación y prevención de impactos, la empresa realizará actividades que permitan la recuperación del suelo y la restauración de la vegetación silvestre.	



<b>UGA:</b>	22		
<b>Política:</b>	Aprovechamiento		
<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo condicionados.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>	
<b>Sector: Agricultura</b>			
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>		
1	Se deberá hacer una adecuada rotación e intercalación de cultivos,	El proyecto no tiene contemplado la realización de actividades relacionadas con la agricultura, ya que este consiste en la instalación de un gasoducto de principal, dentro de derechos de vía de carreteras que ya se encuentran impactados por actividades antropogénicas, por lo que los impactos negativos a la cobertura vegetal del área de influencia del proyecto serán mínimos; en los casos donde la apertura de la zanja haya impactado a especies vegetales, se realizarán actividades de restauración y reforestación, mediante el composteo del suelo y otros métodos para la compactación y nivelación del terreno afectado. Así mismo, los residuos sólidos generados serán dispuestos en contenedores apropiadas para el almacenamiento temporal de los mismos, con el fin de evitar que éstos se arrojen a cuerpos de agua.	
2	Se deberá llevar a cabo un estrecho control sobre las aplicaciones de productos agroquímicos (fertilizantes),		
3	Incorporar a los procesos de fertilización del suelo material orgánico (estiércol),		
4	Se deberán instrumentar técnicas de conservación del suelo y del agua,		
5	Se deberán establecer medidas para el control de la erosión,		
6	Se prohíbe el uso de cebos envenenados para controlar plagas de roedores,		
7	Se deberá promover el uso de árboles nativos del Estado como barreras o cercas vivas,		
8	Se prohíbe tirar residuos o depositar envases en canales de riego u otros cuerpos de agua.		

<b>UGA:</b>	22		
<b>Política:</b>	Aprovechamiento		
<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo condicionados.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>	
<b>Sector: Asentamientos Humanos</b>			
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>		
1	La expansión urbana solo será permitida en las áreas determinadas como aptas para asentamientos humanos, aprobadas por el Programa Desarrollo Urbano vigente, el cual deberá considerar para sus actualizaciones y otros niveles de planeación, los usos compatibles que establecen en el presente instrumento,	El proyecto consiste en la instalación de un gasoducto principal para usos propios de Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V., por lo que no se tiene contemplado la construcción de viviendas ni asentamientos humanos durante la ejecución del proyecto, así como la afectación de terrenos agrícolas, ya que el derecho de vía de la carretera Federal No. 160 pasan por los límites de éstos. Por lo anterior, los criterios establecidos para este sector no le aplican al proyecto.	
2	La densidad de población en las localidades, deberá ser definida a partir de los Programa de Desarrollo Urbano en sus diferentes modalidades (Zona Conurbada, Municipales, Centros de Población, Parciales), que evalúe la capacidad del área para proveer agua potable, los impactos ambientales al ecosistema, la tecnología aplicable en el manejo y disposición de residuos sólidos y líquidos así como el equipamiento vial necesario,		
3	Se prohíbe la creación de asentamientos humanos sobre predios agrícolas,		



<b>UGA:</b>	22		
<b>Política:</b>	Aprovechamiento		
<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo condicionados.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>	
<b>Sector: Asentamientos Humanos</b>			
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>		
5	Establecer áreas verdes que serán preferentemente de especies nativas al igual que los espacios abiertos,	El proyecto consiste en la instalación de un gasoducto principal para usos propios de Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V., por lo que no se tiene contemplado la construcción de viviendas ni asentamientos humanos durante la ejecución del proyecto, así como la afectación de terrenos agrícolas, ya que el derecho de vía de las carretera Federal No. 160 pasan por los límites de éstos. Por lo anterior, los criterios establecidos para este sector no le aplican al proyecto.	
6	En terrenos baldíos se promoverá el diseño de jardines para evitar su deterioro y que den paso como basureros y con proliferación de fauna nociva.		

<b>UGA:</b>	22		
<b>Política:</b>	Aprovechamiento		
<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo condicionados.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>	
<b>Sector: Cultural</b>			
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>		
1	Se permitirá actividades culturales de acuerdo con la normatividad y restricciones que establezca el Instituto Nacional de Antropología e Historia,	Durante la construcción y puesta en marcha del proyecto, no se tiene contemplado el desarrollo de actividades culturales, así como la afectación al patrimonio cultural e histórico de los municipios donde se ubicará el proyecto.	
2	Se promoverá toda actividad de apreciación y educación socio-cultural,		
3	Se fomentarán eventos culturales que no afecten el patrimonio cultural e histórico.		

<b>UGA:</b>	22		
<b>Política:</b>	Aprovechamiento		
<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo condicionados.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>	
<b>Sector: Turismo</b>			
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>		
1	Evitar al máximo los impactos negativos sobre la flora y fauna	Durante las etapas del proyecto, no se realizarán actividades de turismo o ecoturismo, ya que el proyecto consiste en la instalación de un gasoducto principal, para usos propios de Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos.	
2	Desarrollar actividades recreativas y/o ecoturísticas en contacto directo con la naturaleza y el patrimonio cultural apegados a los preceptos de la conservación ambiental		
3	Se podrán realizar actividades turísticas con crecimiento controlado		

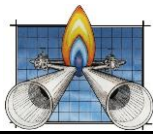


<b>UGA:</b>	22		
<b>Política:</b>	Aprovechamiento		
<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo condicionados.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>	
<b>Sector: Turismo</b>			
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>		
4	Se realizarán actividades de apreciación, educación ambiental y conocimiento de la naturaleza a través de la interacción con la misma sin deteriorarla	Durante las etapas del proyecto, no se realizarán actividades de turismo o ecoturismo, ya que el proyecto consiste en la instalación de un gasoducto principal, para usos propios de Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos.	

<b>UGA:</b>	23		
<b>Política:</b>	Aprovechamiento		
<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo condicionados.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>	
<b>Sector: Generales</b>			
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>		
5	Se promoverá la reinyección de agua pluvial al subsuelo mediante diversas técnicas	El proyecto del gasoducto no se contrapone con la iniciativa de reinyectar agua pluvial al subsuelo, por quedar alojado en el derecho de vía de la carretera No. 160.	
10	Se deberán conservar los sitios de importancia cultural bajo criterios del INAH.	La instalación del gasoducto principal, por estar dentro del derecho de vía de la carretera Federal 160, no causará afectaciones a sitios de importancia cultural.	

<b>UGA:</b>	23		
<b>Política:</b>	Aprovechamiento		
<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo condicionados.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>	
<b>Sector: Agricultura</b>			
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>		
1	Se deberá hacer una adecuada rotación e intercalación de cultivos,	El proyecto no tiene contemplado la realización de actividades relacionadas con la agricultura, ya que este consiste en la instalación de un gasoducto principal, dentro de derechos de vía de carreteras que ya se encuentran impactados por actividades antropogénicas, por lo que los impactos negativos a la cobertura vegetal del área de influencia del proyecto serán mínimos; en los casos donde la apertura de la zanja haya impactado a especies vegetales, se realizarán actividades de restauración y reforestación, mediante el composteo del suelo y otros métodos para la compactación y nivelación del terreno afectado. Así mismo, los residuos sólidos generados serán dispuestos en contenedores apropiadas para el almacenamiento temporal de los mismos, con el fin de evitar que éstos se arrojen a cuerpos de agua.	
2	Se deberá llevar a cabo un estrecho control sobre las aplicaciones de productos agroquímicos (fertilizantes),		
3	Incorporar a los procesos de fertilización del suelo material orgánico (estiércol),		
4	Se deberán instrumentar técnicas de conservación del suelo y del agua,		
5	Se deberán establecer medidas para el control de la erosión,		
6	Se prohíbe el uso de cebos envenenados para controlar plagas de roedores,		
7	Se deberá promover el uso de árboles nativos del Estado como barreras o cercas vivas,		
8	Se prohíbe tirar residuos o depositar envases en canales de riego u otros cuerpos de agua.		





<b>UGA:</b>	23	
<b>Política:</b>	Aprovechamiento	
<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo condicionados.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>
<b>Sector: Asentamientos Humanos</b>		
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>	
1	La expansión urbana solo será permitida en las áreas determinadas como aptas para asentamientos humanos, aprobadas por el Programa Desarrollo Urbano vigente, el cual deberá considerar para sus actualizaciones y otros niveles de planeación, los usos compatibles que establecen en el presente instrumento,	El proyecto consiste en la instalación de un gasoducto principal para usos propios de Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V., por lo que no se tiene contemplado la construcción de viviendas ni asentamientos humanos durante la ejecución del proyecto, así como la afectación de terrenos agrícolas, ya que el derecho de vía de las carreteras Federales 160 y 115, pasan por los límites de éstos. Por lo anterior, los criterios establecidos para este sector no le aplican al proyecto.
2	La densidad de población en las localidades, deberá ser definida a partir de los Programa de Desarrollo Urbano en sus diferentes modalidades (Zona Conurbada, Municipales, Centros de Población, Parciales), que evalúe la capacidad del área para proveer agua potable, los impactos ambientales al ecosistema, la tecnología aplicable en el manejo y disposición de residuos sólidos y líquidos así como el equipamiento vial necesario,	
3	Se prohíbe la creación de asentamientos humanos sobre predios agrícolas,	
5	Establecer áreas verdes que serán preferentemente de especies nativas al igual que los espacios abiertos,	
6	En terrenos baldíos se promoverá el diseño de jardines para evitar su deterioro y que den paso como basureros y con proliferación de fauna nociva.	
7	Se establecerán medidas necesarias para que la emisión de ruidos generados por vehículos automotores cumpla lo establecido en la NOM-080 y 081-ECOL-1994 (fuentes móviles)	



<b>UGA:</b>	23		
<b>Política:</b>	Aprovechamiento		
<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo condicionados.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>	
<b>Sector: Infraestructura y Equipamiento</b>			
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>		
6	Las descargas del drenaje en zonas naturales deberán contar con sistemas de tratamiento,	<p>En las etapas del proyecto, no se generarán aguas residuales que afecten el ecosistema de las áreas naturales. Ya que durante la obra civil del proyecto, se instalarán sanitarios portátiles, de los cuales, la empresa responsable se hará cargo de la limpieza y cuidado de los mismos.</p> <p>Debido a que no se realizará la construcción de infraestructura para drenaje pluvial o sanitario, no se construirán pozos de absorción.</p> <p>No se generarán aguas residuales en las etapas del proyecto, así mismo, no se dispondrán residuos sólidos en los cuerpos de agua presentes en el derecho de vía de la carretera Federal No. 160, ya que se instalarán contenedores para el almacenamiento temporal de los mismos.</p> <p>Este tipo de actividades no se realizarán en ninguna de las etapas del proyecto.</p> <p>Con el fin de trabajar sustentablemente en cada una de las etapas del proyecto, Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, se apegará estrictamente a las NOM y a la legislación Municipal, Estatal y Federal, vigente.</p> <p>No realizará la construcción de rellenos sanitarios, en la instalación del gasoducto principal.</p>	
7	Toda descarga de aguas residuales deberá cumplir con la NOM-SEMARNAT-001-1996, NOM-002-SEMARNAT-96, Ley de Aguas Nacionales y su reglamento,		
8	Queda prohibido la construcción de pozos de absorción para el drenaje proveniente de diversas instalaciones,		
9	No se permite la disposición de aguas residuales no tratadas, descargas de drenaje sanitario y desechos sólidos en cualquier tipo de cuerpo de agua natural,		
10	Queda prohibido construir infraestructura para el abastecimiento de agua a partir de manantiales y cuerpos naturales de agua,		
12	Se deberá cumplir con la normatividad que establezca la dirección de protección civil municipal,		
13	La infraestructura para relleno sanitario deberá ser controlado.		

<b>UGA:</b>	27		
<b>Política:</b>	Aprovechamiento		
<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo condicionados.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>	
<b>Sector: Generales</b>			
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>		
1	Se deberán proteger y restaurar las corrientes, manantiales arroyos, ríos, canales, cauces,	<p>El gasoducto principal, se instalará dentro del derecho de vía de la carretera Federal No.160, por lo cual, no se afectarán las corrientes fluviales presentes en la zona de influencia del proyecto, ya que en los puntos importantes donde se pretenda salvar el medio físico del cruce, se realizará la perforación direccional del subsuelo.</p>	



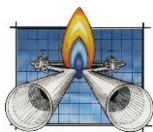
<b>UGA:</b>	27		
<b>Política:</b>	Aprovechamiento		
<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo condicionados.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>	
<b>Sector: Generales</b>			
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>		
5	Se promoverá la reinyección de agua pluvial al subsuelo mediante diversas técnicas,	El proyecto del gasoducto no se contrapone con la iniciativa de reinyectar agua pluvial al subsuelo, por quedar alojado en el derecho de vía de la carretera No. 160.	
6	Los residuos sólidos domésticos deberán ser depositados en sitios que la autoridad competente dictamine. Bajo la lógica de separación de residuos (orgánica e inorgánica),	Los residuos sólidos urbanos generados se entregarán a empresas debidamente autorizadas para el transporte y disposición de los mismos.	
10	Se deberán conservar los sitios de importancia cultural bajo criterios del INAH.	La instalación del gasoducto principal, por estar dentro del derecho de vía de la carretera Federal 160, no causará afectaciones a sitios de importancia cultural.	

<b>UGA:</b>	27		
<b>Política:</b>	Aprovechamiento		
<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo condicionados.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>	
<b>Sector: Infraestructura y Equipamiento</b>			
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>		
10	Queda prohibido construir infraestructura para el abastecimiento de agua a partir de manantiales y cuerpos naturales de agua,	Este tipo de actividades no se realizarán en ninguna de las etapas del proyecto.	
11	La infraestructura ya existente deberá sujetarse a las determinaciones de los diversos programas de administración municipal	El proyecto consiste en la instalación de un gasoducto principal, dentro del derecho de vía de la carretera Federal No. 160, donde no existe infraestructura actualmente relacionada con el proyecto.	
12	Se deberá cumplir con la normatividad que establezca la dirección de protección civil municipal,	Con el fin de trabajar sustentablemente en cada una de las etapas del proyecto, Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, se apegará estrictamente a las NOM y a la legislación Municipal, Estatal y Federal, vigente.	



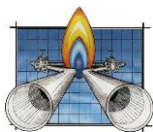
<b>UGA:</b>	27	
<b>Política:</b>	Aprovechamiento	
<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo condicionados.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>
<b>Sector: Asentamientos Humanos</b>		
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>	
1	La expansión urbana solo será permitida en las áreas determinadas como aptas para asentamientos humanos, aprobadas por el Programa Desarrollo Urbano vigente, el cual deberá considerar para sus actualizaciones y otros niveles de planeación, los usos compatibles que establecen en el presente instrumento,	El proyecto consiste en la instalación de un gasoducto de principal para usos propios de Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V., por lo que no se tiene contemplado la construcción de viviendas ni asentamientos humanos durante la ejecución del proyecto, así como la afectación de terrenos agrícolas, ya que el derecho de vía de las carretera Federal 160, pasan por los límites de éstos. Por lo anterior, los criterios establecidos para este sector no le aplican al proyecto.
2	La densidad de población en las localidades, deberá ser definida a partir de los Programa de Desarrollo Urbano en sus diferentes modalidades (Zona Conurbada, Municipales, Centros de Población, Parciales), que evalúe la capacidad del área para proveer agua potable, los impactos ambientales al ecosistema, la tecnología aplicable en el manejo y disposición de residuos sólidos y líquidos así como el equipamiento vial necesario,	
3	Se prohíbe la creación de asentamientos humanos sobre predios agrícolas,	
5	Establecer áreas verdes que serán preferentemente de especies nativas al igual que los espacios abiertos,	
6	En terrenos baldíos se promoverá el diseño de jardines para evitar su deterioro y que den paso como basureros y con proliferación de fauna nociva.	
7	Se establecerán medidas necesarias para que la emisión de ruidos generados por vehículos automotores cumpla lo establecido en la NOM-080 y 081-SEMARNAT-1994 (fuentes móviles).	Las emisiones de ruido generadas durante el desarrollo de la obra civil del proyecto, estarán reguladas estrictamente por las normas indicadas en este criterio, con el fin de cumplir satisfactoriamente con los Límites Máximos Permisible (LMP).



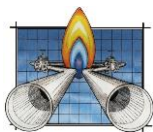


<b>UGA:</b>	27		
<b>Política:</b>	Aprovechamiento		
<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo condicionados.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>	
<b>Sector: Cultural</b>			
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>	<p>Durante la construcción y puesta en marcha del proyecto, no se tiene contemplado el desarrollo de actividades culturales, así como la afectación al patrimonio cultural e histórico de los municipios donde se ubicará el proyecto.</p>	
1	Se permitirá actividades culturales de acuerdo con la normatividad y restricciones que establezca el Instituto Nacional de Antropología e Historia,		
2	Se promoverá toda actividad de apreciación y educación socio-cultural,		
3	Se fomentarán eventos culturales que no afecten el patrimonio cultural e histórico.		

<b>UGA:</b>	27		
<b>Política:</b>	Aprovechamiento		
<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo condicionados.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>	
<b>Sector: Turismo</b>			
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>	<p>Durante las etapas del proyecto, no se realizarán actividades de turismo o ecoturismo, ya que el proyecto consiste en la instalación de un gasoducto principal para usos propios de Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos. Además durante el desarrollo de cada una de las etapas de trabajo, no se afectará al corredor biológico Chichinautzin, presente en el estado de Morelos.</p>	
2	Desarrollar actividades recreativas y/o ecoturísticas en contacto directo con la naturaleza y el patrimonio cultural apegados a los preceptos de la conservación ambiental,		
3	Se podrán realizar actividades turísticas con crecimiento controlado,		
4	Se realizarán actividades de apreciación, educación ambiental y conocimiento de la naturaleza a través de la interacción con la misma sin deteriorarla,		
5	Se deberán respetar los espacios reconocidos como corredores biológicos.		



<b>UGA:</b>	27	
<b>Política:</b>	Aprovechamiento	
<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo condicionados.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>
<b>Sector: Infraestructura y Equipamiento</b>		
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>	
2	Se permitirá el establecimiento de centros de acopio para el reciclaje de basura,	Los residuos generados en las diferentes etapas del proyecto serán entregados a empresas debidamente autorizadas para el transporte y disposición final de los mismos.
3	Se promoverá la generación de composta a partir de los desechos vegetales	Esta medida se tomará en cuenta, en caso de aplicar actividades d reforestación en el derecho de vía del gasoducto principalØ.
4	Los habitantes deberán seguir un programa de reducción y separación de los desechos sólidos,	Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, cuenta con el procedimiento para el manejo de los residuos sólidos urbanos conforme a lo establecido en la normatividad ambiental vigente.
5	Se prohíbe la ubicación de tiraderos a cielo abierto,	Los residuos generados en las etapas del proyecto serán almacenados temporalmente en contenedores debidamente identificados, para posteriormente ser entregados a las empresas autorizadas por el municipio para el transporte y disposición de los residuos conforme a lo establecido en la Ley.
6	Las descargas del drenaje en zonas naturales deberán contar con sistemas de tratamiento,	En las etapas del proyecto, no se generarán aguas residuales que afecten el ecosistema de áreas naturales, ya que durante la obra civil del proyecto, se instalarán sanitarios portátiles, de los cuales, la empresa responsable se hará cargo de la limpieza y cuidado de los mismos.
7	Toda descarga de aguas residuales deberá cumplir con la NOM-SEMARNAT-001-1996, NOM-002-SEMARNAT-96, Ley de Aguas Nacionales y su reglamento,	Debido a que no se realizará la construcción de infraestructura para drenaje pluvial o sanitario, no se construirán pozos de absorción.
8	Queda prohibido la construcción de pozos de absorción para el drenaje proveniente de diversas instalaciones,	No se generarán aguas residuales en las etapas el proyecto, así mismo, no se dispondrán residuos sólidos en los cuerpos de agua presentes en el derecho de vía de la carretera Federal 160, ya que se instalarán contenedores para el almacenamiento temporal de los mismo..
9	No se permite la disposición de aguas residuales no tratadas, descargas de drenaje sanitario y desechos sólidos en cualquier tipo de cuerpo de agua natural,	



<b>UGA:</b>	30		
<b>Política:</b>	Aprovechamiento		
<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo condicionados.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>	
<b>Sector: Generales</b>			
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>		
5	Se promoverá la reinyección de agua pluvial al subsuelo mediante diversas técnicas.	El proyecto del gasoducto no se contrapone con la iniciativa de reinyectar agua pluvial al subsuelo, por quedar alojado en el derecho de vía de la carretera Federal No.160.	
6	Los residuos sólidos domésticos deberán ser depositados en sitios que la autoridad competente dictamine. Bajo la lógica de separación de residuos (orgánica e inorgánica),	Los residuos sólidos urbanos generados se entregarán a empresas debidamente autorizadas para el transporte y disposición de los mismos.	
10	Se deberán conservar los sitios de importancia cultural bajo criterios del INAH.	La instalación del gasoducto principal, por estar dentro del derecho de vía de la carretera Federal No.160, no causará afectaciones a sitios de importancia cultural.	

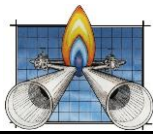
<b>UGA:</b>	30		
<b>Política:</b>	Aprovechamiento		
<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo condicionados.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>	
<b>Sector: Agricultura</b>			
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>		
1	Se deberá hacer una adecuada rotación e intercalación de cultivos,	El proyecto no tiene contemplado la realización de actividades relacionadas con la agricultura, ya que este consiste en la instalación de un gasoducto principal, dentro de derechos de vía de carreteras que ya se encuentran impactados por actividades antropogénicas, por lo que los impactos negativos a la cobertura vegetal del área de influencia del proyecto serán mínimos; en los casos donde la apertura de la zanja haya impactado a especies vegetales, se realizarán actividades de restauración y reforestación, mediante el composteo del suelo y otros métodos para la compactación y nivelación del terreno afectado. Así mismo, los residuos sólidos generados serán dispuestos en contenedores apropiadas para el almacenamiento temporal de los mismos, con el fin de evitar que éstos se arrojen a cuerpos de agua.	
2	Se deberá llevar a cabo un estrecho control sobre las aplicaciones de productos agroquímicos (fertilizantes),		
3	Incorporar a los procesos de fertilización del suelo material orgánico (estiércol),		
4	Se deberán instrumentar técnicas de conservación del suelo y del agua,		
5	Se deberán establecer medidas para el control de la erosión,		
6	Se prohíbe el uso de cebos envenenados para controlar plagas de roedores,		
7	Se deberá promover el uso de árboles nativos del Estado como barreras o cercas vivas,		
8	Se prohíbe tirar residuos o depositar envases en canales de riego u otros cuerpos de agua.		



<b>UGA:</b>	30		
<b>Política:</b>	Aprovechamiento		
<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo condicionados.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>	
<b>Sector: Forestal</b>			
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>		
3	Se deberán reforestar áreas dañadas. Para reforestar sólo se deberá emplear especies nativas,	Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, dentro del programa de prevención y mitigación de impactos, tiene contemplado la reforestación de flora silvestre en caso de haber ocasionado impactos negativos en la instalación del gasoducto principal.	
4	Se deberá prevenir incendios forestales,	Durante la obra civil del proyecto se pretende trabajar sustentablemente, evitando generar incendios que puedan dañar el ecosistema presente en la zona en estudio.	
5	No se permitirá el pastoreo en áreas que se encuentren en etapa de regeneración,	No se realizarán actividades de pastoreo en las etapas del proyecto.	
6	Se prohíbe el cambio de uso del suelo en áreas de restauración, así como aquellas zonas que además presentan susceptibilidad a la erosión hídrica,	En el derecho de vía donde se va a instalar el gasoducto principal, el suelo presente se encuentra impactado por el tránsito vehicular y las actividades antropogénicas de la región.	
7	Se deberá implementar un programa de manejo integral para garantizar la regeneración efectiva de la vegetación,	Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V., tiene estructurado un programa para la prevención y mitigación de impactos, con el objeto de establecer medidas para garantizar la restauración del sistema ambiental en caso de haber causado afectaciones a éste, así mismo, tiene contemplado la verificación de un inspector ambiental para darle seguimiento a las medidas de restauración hasta su conclusión.	
8	Implementar medidas de remediación de suelos.		

<b>UGA:</b>	31		
<b>Política:</b>	Aprovechamiento		
<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo condicionados.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>	
<b>Sector: Generales</b>			
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>		
5	Se promoverá la reinyección de agua pluvial al subsuelo mediante diversas técnicas.	El proyecto del gasoducto no se contrapone con la iniciativa de reinyectar agua pluvial al subsuelo, por quedar alojado en el derecho de vía de la carretera Federal No.160.	
6	Los residuos sólidos domésticos deberán ser depositados en sitios que la autoridad competente dictamine. Bajo la lógica de separación de residuos (orgánica e inorgánica),	Los residuos sólidos urbanos generados se entregarán a empresas debidamente autorizadas para el transporte y disposición de los mismos.	
10	Se deberán conservar los sitios de importancia cultural bajo criterios del INAH.	La instalación del gasoducto principal, por estar dentro del derecho de vía de la carretera Federal No.160, no causará afectaciones a sitios de importancia cultural.	

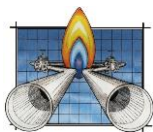




<b>UGA:</b>	31	
<b>Política:</b>	Aprovechamiento	
<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo condicionados.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>
<b>Sector: Asentamientos Humanos</b>		
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>	
1	La expansión urbana solo será permitida en las áreas determinadas como aptas para asentamientos humanos, aprobadas por el Programa Desarrollo Urbano vigente, el cual deberá considerar para sus actualizaciones y otros niveles de planeación, los usos compatibles que establecen en el presente instrumento,	El proyecto consiste en la instalación de un gasoducto principal para usos propios de Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V., por lo que no se tiene contemplado la construcción de viviendas ni asentamientos humanos durante la ejecución del proyecto, así como la afectación de terrenos agrícolas, ya que el derecho de vía de la carretera Federal No.160, pasan por los límites de éstos. Por lo anterior, los criterios establecidos para este sector no le aplican al proyecto.
2	La densidad de población en las localidades, deberá ser definida a partir de los Programa de Desarrollo Urbano en sus diferentes modalidades (Zona Conurbada, Municipales, Centros de Población, Parciales), que evalúe la capacidad del área para proveer agua potable, los impactos ambientales al ecosistema, la tecnología aplicable en el manejo y disposición de residuos sólidos y líquidos así como el equipamiento vial necesario,	
3	Se prohíbe la creación de asentamientos humanos sobre predios agrícolas,	
5	Establecer áreas verdes que serán preferentemente de especies nativas al igual que los espacios abiertos,	
6	En terrenos baldíos se promoverá el diseño de jardines para evitar su deterioro y que den paso como basureros y con proliferación de fauna nociva.	

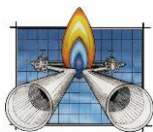


<b>UGA:</b>	31	
<b>Política:</b>	Aprovechamiento	
<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo condicionados.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>
<b>Sector: Infraestructura y Equipamiento</b>		
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>	
2	Se permitirá el establecimiento de centros de acopio para el reciclaje de basura,	Los residuos generados en las diferentes etapas del proyecto serán entregados a empresas debidamente autorizadas para el transporte y disposición final de los mismos.
4	Los habitantes deberán seguir un programa de reducción y separación de los desechos sólidos,	Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, cuenta con el procedimiento para el manejo de los residuos sólidos urbanos conforme a lo establecido en la normatividad ambiental vigente.
5	Se prohíbe la ubicación de tiraderos a cielo abierto,	Los residuos generados en las etapas del proyecto serán almacenados temporalmente en contenedores debidamente identificados, para posteriormente ser entregados a las empresas autorizadas por el municipio para el transporte y disposición de los residuos conforme a lo establecido en la Ley.
7	Toda descarga de aguas residuales deberá cumplir con la NOM-SEMARNAT-001-1996, NOM-002-SEMARNAT-96, Ley de Aguas Nacionales y su reglamento,	En las etapas del proyecto, no se generarán aguas residuales que afecten el ecosistema de áreas naturales. Ya que durante la obra civil del proyecto, se instalarán sanitarios portátiles, de los cuales, la empresa responsable se hará cargo de la limpieza y cuidado de los mismos.
8	Queda prohibido la construcción de pozos de absorción para el drenaje proveniente de diversas instalaciones,	Debido a que no se realizará la construcción de infraestructura para drenaje pluvial o sanitario, no se construirán pozos de absorción.
9	No se permite la disposición de aguas residuales no tratadas, descargas de drenaje sanitario y desechos sólidos en cualquier tipo de cuerpo de agua natural,	No se generarán aguas residuales en las etapas el proyecto, así mismo, no se dispondrán residuos sólidos en los cuerpos de agua presentes en el derecho de vía de la carretera Federal No. 160, ya que se instalarán contenedores para el almacenamiento temporal de los mismo..
10	Queda prohibido construir infraestructura para el abastecimiento de agua a partir de manantiales y cuerpos naturales de agua,	Este tipo de actividades no se realizarán en ninguna de las etapas del proyecto.
11	La infraestructura ya existente deberá sujetarse a las determinaciones de los diversos programas de administración municipal	El proyecto consiste en la instalación de un gasoducto principal, dentro del derecho de vía de la carretera Federal No. 160, donde no existe infraestructura actualmente relacionada con el proyecto.
12	Se deberá cumplir con la normatividad que establezca la dirección de protección civil municipal,	Con el fin de trabajar sustentablemente en cada una de las etapas del proyecto, Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, se apegará estrictamente a las NOM y a la legislación Municipal, Estatal y Federal, vigente.



<b>UGA:</b>	32		
<b>Política:</b>	Aprovechamiento		
<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo condicionados.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>	
<b>Sector: Generales</b>			
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>		
5	Se promoverá la reinyección de agua pluvial al subsuelo mediante diversas técnicas.	El proyecto del gasoducto no se contrapone con la iniciativa de reinyectar agua pluvial al subsuelo, por quedar alojado en el derecho de vía de la carretera No. 160.	
6	Los residuos sólidos domésticos deberán ser depositados en sitios que la autoridad competente dictamine. Bajo la lógica de separación de residuos (orgánica e inorgánica),	Los residuos sólidos urbanos generados se entregarán a empresas debidamente autorizadas para el transporte y disposición de los mismos.	
10	Se deberán conservar los sitios de importancia cultural bajo criterios del INAH.	La instalación del gasoducto principal, por estar dentro del derecho de vía de la carretera Federal No. 160, no causará afectaciones a sitios de importancia cultural.	

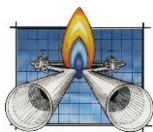
<b>UGA:</b>	32		
<b>Política:</b>	Aprovechamiento		
<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo condicionados.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>	
<b>Sector: Agricultura</b>			
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>		
1	Se deberá hacer una adecuada rotación e intercalación de cultivos,	El proyecto no tiene contemplado la realización de actividades relacionadas con la agricultura, ya que este consiste en la instalación de un gasoducto principal, dentro de derechos de vía de carreteras que ya se encuentran impactados por actividades antropogénicas, por lo que los impactos negativos a la cobertura vegetal del área de influencia del proyecto serán mínimos; en los casos donde la apertura de la zanja haya impactado a especies vegetales, se realizarán actividades de restauración y reforestación, mediante el composteo del suelo y otros métodos para la compactación y nivelación del terreno afectado. Así mismo, los residuos sólidos generados serán dispuestos en contenedores apropiadas para el almacenamiento temporal de los mismos, con el fin de evitar que éstos se arrojen a cuerpos de agua.	
2	Se deberá llevar a cabo un estrecho control sobre las aplicaciones de productos agroquímicos (fertilizantes),		
3	Incorporar a los procesos de fertilización del suelo material orgánico (estiércol),		
4	Se deberán instrumentar técnicas de conservación del suelo y del agua,		
5	Se deberán establecer medidas para el control de la erosión,		
6	Se prohíbe el uso de cebos envenenados para controlar plagas de roedores,		
7	Se deberá promover el uso de árboles nativos del Estado como barreras o cercas vivas,		
8	Se prohíbe tirar residuos o depositar envases en canales de riego u otros cuerpos de agua.		



<b>UGA:</b>	32		
<b>Política:</b>	Aprovechamiento		
<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo condicionados.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>	
<b>Sector: Forestal</b>			
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>		
3	Se deberán reforestar áreas dañadas. Para reforestar sólo se deberá emplear especies nativas,	Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, dentro del programa de prevención y mitigación de impactos, tiene contemplado la reforestación de flora silvestre en caso de haber ocasionado impactos negativos en la instalación del gasoducto principal.	
4	Se deberá prevenir incendios forestales,	Durante la obra civil del proyecto se pretende trabajar sustentablemente, evitando generar incendios que puedan dañar el ecosistema presente en la zona en estudio.	
5	No se permitirá el pastoreo en áreas que se encuentren en etapa de regeneración,	No se realizarán actividades de pastoreo en las etapas del proyecto.	
6	Se prohíbe el cambio de uso del suelo en áreas de restauración, así como aquellas zonas que además presentan susceptibilidad a la erosión hídrica,	En el derecho de vía donde se va a instalar el gasoducto principal, el suelo presente se encuentra impactado por el tránsito vehicular y las actividades antropogénicas de la región.	
7	Se deberá implementar un programa de manejo integral para garantizar la regeneración efectiva de la vegetación,	Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V., tiene estructurado un programa para la prevención y mitigación de impactos, con el objeto de establecer medidas para garantizar la restauración del sistema ambiental en caso de haber causado afectaciones a éste, así mismo, tiene contemplado la verificación de un inspector ambiental para darle seguimiento a las medidas de restauración hasta su conclusión.	
8	Implementar medidas de remediación de suelos.		

<b>UGA:</b>	34		
<b>Política:</b>	Protección		
<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo condicionados.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>	
<b>Sector: Generales</b>			
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>		
10	Se deberán conservar los sitios de importancia cultural bajo criterios del INAH.	La instalación del gasoducto principal, por estar dentro del derecho de vía de la carretera Federal No. 160, no causará afectaciones a sitios de importancia cultural.	





<b>UGA:</b>	34		
<b>Política:</b>	Restauración		
<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo condicionados.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>	
<b>Sector: Flora y Fauna</b>			
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>		
1	Reforestar las zonas dañadas con especies nativas y no permitir la introducción de especies exóticas de flora y fauna,	Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, dentro del programa de prevención y mitigación de impactos, tiene contemplado la reforestación de flora silvestre en caso de haber ocasionado impactos negativos en la instalación del gasoducto principal.	
5	Se deberá evitar el cambio de uso de suelo, donde se desarrolla la vida silvestre y forestal,	El gasoducto principal, será instalado dentro de derechos de vía de carreteras Federales, en donde el suelo presente se encuentra impactado por las actividades de mantenimiento y conservación de las carreteras, por lo que los impactos a la flora debido al desarrollo de las etapas del proyecto, serán mínimos, y en caso de causar impactos, solo se realizarán a comunidades vegetativas silvestres. Así mismo, no se realizará el cambio de uso de suelo en áreas forestales ni tampoco se afectarán los hábitats naturales de la fauna silvestre y vegetación.	
6	Deberán respetarse todas aquellas áreas con relictos de vegetación natural y aquellos que conforman hábitat para la vida silvestre,		
7	Se deberán realizar prácticas de mantenimiento de cobertura máxima del suelo,	Dentro de las actividades de prevención y mitigación de impactos, se tienen contempladas acciones para la restauración del suelo dentro del derecho de vía del gasoducto principal, en caso de haber causado afectación al mismo.	
8	Se prohíbe la ubicación de rellenos sanitarios y tiraderos de residuos sólidos en zonas de protección ecológica,	No se realizará la construcción de rellenos sanitarios en zonas de protección ecológica.	
9	No autorizar actividades incompatibles con la protección de los recursos naturales.	El área donde se instalará el gasoducto principal, que es el derecho de vía de la carretera Federal No. 160, presenta impactos a la comunidad florística y erosión al suelo, lo que hace que la instauración del proyecto cause menos impactos al sistema natural de la región.	

<b>UGA:</b>	34		
<b>Política:</b>	Restauración		
<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo condicionados.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>	
<b>Sector: Forestal</b>			
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>		
3	Se deberán reforestar áreas dañadas. Para reforestar sólo se deberá emplear especies nativas,	Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, dentro del programa de prevención y mitigación de impactos, tiene contemplado la reforestación de flora silvestre en caso de haber ocasionado impactos negativos en la instalación del gasoducto principal.	



<b>UGA:</b>	34	
<b>Política:</b>	Restauración	
<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo condicionados.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>
<b>Sector: Forestal</b>		
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>	
4	Se deberá prevenir incendios forestales,	Durante la obra civil del proyecto se pretende trabajar sustentablemente, evitando generar incendios que puedan dañar el ecosistema presente en la zona en estudio.
5	No se permitirá el pastoreo en áreas que se encuentren en etapa de regeneración,	No se realizarán actividades de pastoreo en las etapas del proyecto.
6	Se prohíbe el cambio de uso del suelo en áreas de restauración, así como aquellas zonas que además presentan susceptibilidad a la erosión hídrica,	En el derecho de vía donde se va a instalar el gasoducto principal, el suelo presente se encuentra impactado por el tránsito vehicular y las actividades antropogénicas de la región.
7	Se deberá implementar un programa de manejo integral para garantizar la regeneración efectiva de la vegetación,	Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V., tiene estructurado un programa para la prevención y mitigación de impactos, con el objeto de establecer medidas para garantizar la restauración del sistema ambiental en caso de haber causado afectaciones a éste, así mismo, tiene contemplado la verificación de un inspector ambiental para darle seguimiento a las medidas de restauración hasta su conclusión.
8	Implementar medidas de remediación de suelos.	

❖ **Programas de Desarrollo Urbano y Planes de Desarrollo (Nacional y Municipales).**

Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012.

Este plan establece los objetivos y estrategias nacionales que serán la base para los programas sectoriales, especiales, institucionales y regionales que emanan de éste.

El PND define el Desarrollo Humano Sustentable como premisa básica para el desarrollo integral del país pues asume que “el propósito del desarrollo consiste en crear una atmósfera en que todos puedan aumentar su capacidad y las oportunidades puedan ampliarse para las generaciones presentes y futuras”.

El PND considera a la persona, sus derechos y la ampliación de sus capacidades como la columna vertebral para la toma de decisiones y la definición de las políticas públicas.

Entre los diez objetivos trazados para dar cumplimiento a la Visión 2030, el Proyecto contribuye a su consolidación en los siguientes cuatro postulados:

**3. Alcanzar un crecimiento económico sostenido más acelerado** y generar los empleos formales que permitan a todos los mexicanos, especialmente a aquellos que viven en pobreza, tener un ingreso digno y mejorar su calidad de vida.

**4. Tener una economía competitiva que ofrezca bienes y servicios de calidad a precios accesibles, mediante el aumento de la productividad, la competencia económica, la inversión en infraestructura, el fortalecimiento del mercado interno y la creación de condiciones favorables para el desarrollo de las empresas, especialmente las micro, pequeñas y medianas.**



5. Reducir la pobreza extrema y **asegurar la igualdad de oportunidades y la ampliación de capacidades para que todos los mexicanos mejoren significativamente su calidad de vida y tengan garantizados:** alimentación, salud, educación, vivienda digna y un **medio ambiente adecuado para su desarrollo tal** y como lo establece la Constitución.

8. **Asegurar la sustentabilidad ambiental mediante la participación responsable de los mexicanos en el cuidado, la protección, la preservación, y el aprovechamiento racional de la riqueza natural del país, logrando así afianzar el desarrollo económico y social sin comprometer el patrimonio natural y la calidad de vida de las generaciones futuras.**

El PND, partiendo de un diagnóstico, articula un conjunto de objetivos y estrategias en torno a cinco ejes (resaltándose en negritas los que concuerdan con el Proyecto):

1. Estado de Derecho y Seguridad.
2. **Economía competitiva** y generadora de empleos.
3. Igualdad de oportunidades.
4. **Sustentabilidad ambiental.**
5. Democracia efectiva y política exterior responsable.

Cada eje establece el camino para actuar sobre un amplio capítulo de vida de la nación. Es por ello que el PND reconoce que la actuación de toda la sociedad y el Gobierno es necesaria para lograr el Desarrollo Humano Sustentable.

El PND establece que para el cumplimiento de los objetivos y la atención de las prioridades nacionales, los programas sectoriales, institucionales, regionales y especiales a elaborarse atenderán los siguientes temas prioritarios para el desarrollo nacional, de los cuales el Proyecto comparte prioridades en siete de los 43 temas (**Ver Tabla III.1**).

**Tabla III.1. Temas prioritarios a considerar en los Programas Sectoriales que derivan del PND 2007-2012.**

<b>Aguas y bosques</b>	<b>Financiamiento para el desarrollo</b>
Campo y desarrollo rural	Fortalecimiento del federalismo
Ciencia y Tecnología	Grupos vulnerables
Combate a las adicciones	<b>Infraestructura</b>
Comercio	<b>Medio ambiente y recursos naturales</b>
<b>Competitividad</b>	Migrantes
Comunidades y pueblos indígenas	Modernización de la gestión pública
Cooperación y desarrollo internacional	Población
Cultura	Procuración e impartición de justicia
Defensa nacional	Producción y distribución de alimentos
Democracia y participación ciudadana	Protección civil, prevención y atención de desastres
Deporte	Salud
Derechos humanos	Seguridad nacional
<b>Desarrollo empresarial</b>	Seguridad pública
<b>Desarrollo regional</b>	Seguridad social
Desarrollo social	Soberanía
Desarrollo urbano	Superación de la pobreza
Educación	Trabajo
Empleo	Transparencia y rendición de cuentas
<b>Energía</b>	Turismo
Equidad de género	Vivienda
Familia, niños y jóvenes	



Entre los Objetivos y Estrategias definidos en el PND que se vinculan con la naturaleza y vocación del Proyecto, destacan los siguientes:

Dentro del eje relativo a la Economía Competitiva y generadora de empleos, el OBJETIVO 15 del PND busca “asegurar un suministro confiable, de calidad y a precios competitivos de los insumos energéticos que demandan los consumidores”. Para lo cual “el sector de hidrocarburos deberá garantizar que se suministre a la economía el petróleo crudo, **el gas natural** y los productos derivados que requiere el país, a precios competitivos, minimizando el impacto al medio ambiente y con estándares de calidad internacionales”.

La estrategia 15.2 del PND, establecida para alcanzar los objetivos del sector, incluye “Fortalecer la exploración y producción de crudo y gas, la modernización y ampliación de la capacidad de refinación, el incremento en la capacidad de almacenamiento, suministro y transporte, y el desarrollo de plantas procesadoras de productos derivados y gas”.

Con base en los lineamientos anteriores, el gasoducto objeto del presente estudio, al contribuir en el suministro de los hidrocarburos que se requieren en el Estado de Morelos, se determina que es congruente con los objetivos y estrategias del PND 2007-2012.

**A continuación, se identifican y analizan los diferentes instrumentos de planeación Estatal y Municipales que rigen en el área donde se ubicará el Proyecto:**

*Programa Estatal de Desarrollo Urbano (2007 – 2012). Estado de Morelos.*

Dentro del Programa Estatal de Desarrollo Urbano (PEDU) (2007 – 2012), se definen las políticas generales para la fundación, crecimiento, conservación y mejoramiento de los centros de población, así como los lineamientos estratégicos de los sistemas urbanos. Dentro de sus objetivos para promover el ordenamiento integral del Estado, está el de realizar una planificación urbana programada, implementando estrategias innovadoras de desarrollo urbano y regional enfocadas a incrementar la competitividad del Estado en el ámbito nacional e internacional, así mismo, hacer más eficientes los procedimientos para la incorporación de tierra de origen social al desarrollo urbano, en el marco de las políticas del crecimiento ordenado, promoviendo la difusión de los mismos; de lo anterior, Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V., con el firme compromiso de impulsar el desarrollo industrial del estado de Morelos, y promoviendo a las industrias y servicios el uso de combustibles más amigables con el ambiente mediante el uso de Gas Natural, como combustible en sus procesos, busca trabajar sustentablemente con estricto apego a los objetivos establecidos en el Programa Estatal de Desarrollo Urbano, en lo que respecta a la colocación del gasoducto para salvar obstáculos, tales como, cruces pluviales y carreteros, así como cuerpos de agua, empleará la tecnología de perforación direccional horizontal, (método descrito en el punto **II.2.3**), con lo cual se apega al objetivo establecido en el presente programa, ya que es una tecnología innovadora y altamente sustentable por no causar impactos significativo al ecosistema donde se implementa, lo que se traduce en un menor impacto al medio ambiente y a los habitantes de la región, por actividades a realizarse durante la obra civil para la construcción del gasoducto principal (compuesto por diámetros de 12”, 10”, 8” y 6”). Así mismo, mediante el suministro de Gas Natural a sus asociados, coloca al estado de Morelos, dentro del margen de competir con las industrias nacionales e internacionales, ya que mediante el uso del Gas Natural como combustible en los procesos productivos, se logra una combustión más limpia, la cual no genera grandes impactos negativos hacia el medio ambiente, lo que se traduce en acciones sustentables y sociales, que traen consigo un gran avance tecnológico para el sector industrial del Estado.





Para Promover el Manejo Sostenible de los Recursos Naturales, que es otro de los objetivos del PEDU, en las áreas donde exista la necesidad de salvar puntos importantes como, cuerpos de agua, principalmente, la instalación del gasoducto será mediante la perforación direccional del suelo, con lo cual, se promueve la conservación de la cobertura vegetal del derecho de vía donde se instalará el Gasoducto principal, así como, con la implementación del programa para la mitigación y restauración de impactos, en las zonas afectadas durante la obra civil, mediante la reforestación de las áreas afectadas, Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V., se apegará estrictamente a promover el manejo sustentable de los recursos naturales, y en caso de causar el mínimo daño a éstos, se establecerán las actividades de remediación dentro de su programa y se ejecutarán dichas actividades hasta mitigar el impacto al cien por ciento.

Cabe mencionar que durante cada una de las actividades a desarrollar durante las etapas del proyecto, se trabajará sustentablemente, con estricto apego a la Normatividad y Legislación Ambiental vigente, tanto Federal, Estatal como municipal, lo cual, está establecido de dentro de los objetivos marcado en el Programa Estatal de Desarrollo del Estado de Morelos.

Con el uso de Gas Natural como combustible en las industrias establecidas en el Estado de Morelos, particularmente en los municipios de Cuernavaca, Jiutepec, Cuautla, Yecapixtla, que es donde se instalará el gasoducto principal; traerá consigo grandes beneficios a la calidad de vida de los habitantes de dichos municipios, ya que el Gas Natural genera una combustión más limpia, lo que se traduce en una reducción en la emisión de los gases de combustión a la atmósfera, con lo cual, el medio ambiente se ve menos impactado por los gases de efecto invernadero, y por ende, la calidad de vida de los habitantes mejora, debido a una atmósfera menos contaminada. Por lo anterior, Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V., cumple satisfactoriamente con uno de los objetivos del PEDU, el cual establece, Mejorar la Calidad de Vida de la Población.

Otros de los objetivos del PEDU, son:

- Ordenar el crecimiento urbano,
- Rescatar y preservar la identidad cultural, mediante programas de aprovechamiento y difusión,
- Impulsar la construcción de equipamiento urbano de primer nivel en el Estado,
- Incentivar las actividades productivas,
- Consolidar la actividad industrial en el Estado,
- Ampliar la cobertura de servicios básicos,
- Incorporar a las comunidades rurales al desarrollo,
- Modernizar la infraestructura vial en la entidad.

Las actividades a realizar para la construcción y puesta en operación del gasoducto principal, estarán encaminadas a no contraponerse con cada uno de los objetivos establecidos en el Programa Estatal de Desarrollo Urbano, por lo que durante la planeación y diseño ejecutivo del trazo del gasoducto, se tomaron en cuenta cada uno de los objetivos mencionados con anterioridad, con el fin de que las actividades a desarrollar, antes de generar impactos a la población e infraestructura del estado, impulsen ampliamente el desarrollo urbano de las comunidades establecidas, y se conserve el paisaje original en las áreas donde se instalará el presente proyecto.

**Fuente: Programa Estatal de Desarrollo Urbano (2007 – 2012).  
Secretaría de Desarrollo Urbano y Obras Públicas.  
Gobierno del Estado de Morelos.**



*Plan Municipal de Desarrollo (2009 – 2012). Municipio de Cuernavaca, Morelos.*

El Plan Municipal de Desarrollo de Cuernavaca 2009 – 2012 (PMDC), sustenta su punto de partida en el diagnóstico, que describe las condiciones relevantes de la política económica y social en los ámbitos mundial, nacional, estatal y municipal en los tiempos recientes; a lo que se agrega la reflexión sobre las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas que para el Gobierno Municipal de Cuernavaca persisten en el año 2009 y se cierra el diagnóstico con el ejercicio de identificar y relacionar los problemas principales. Con base en la realidad municipal actual se construyeron los elementos de la planeación estratégica como son: la Misión que contempla la razón de ser y el compromiso del Gobierno Municipal con la población de Cuernavaca; en la Visión se plasman las aspiraciones que el Gobierno Municipal tiene al año 2012, aún cuando el Plan considera previsiones de más largo plazo; así mismo, se definieron los Principios y Valores de actuación de la administración municipal y de los Servidores Públicos Municipales.

Incluido en los lineamientos de política de carácter sectorial, el Plan Municipal de Desarrollo de Cuernavaca (PMDC), establece como criterio que el municipio trabajará en la realización de acciones y obras que protejan y mejoren el medio ambiente, a fin de devolver al municipio de Cuernavaca el clima de “Eterna Primavera” eslogan que identifica al municipio a nivel nacional e internacional, por lo que las actividades durante la obra civil para la instalación del gasoducto principal, se realizarán de manera sustentable, con el objeto de preservar los factores bióticos y abióticos de la región, lo cual, impulsará el desarrollo industrial del municipio de manera sustentable y sin causar impactos negativos al paisaje original de la zona donde se instalará el proyecto.

Inserto en los objetivos generales del desarrollo municipal, está el de generar las condiciones que propicien el desarrollo integral, armónico y sustentable con justicia social en el Municipio de Cuernavaca con la participación organizada y comprometida de la población y en coordinación de programas y proyectos con los órdenes de gobierno Federal y del estado de Morelos. Por lo que, Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, mediante el diseño ejecutivo del gasoducto principal durante la etapa de planeación, consideró el trazo del mismo de una manera integral y armónica, de manera que la longitud de su trayectoria fuera lo más corta posible siempre aprovechando el derecho de vía de una vialidad y que los lugares donde se instalara, no se vieran afectados por las actividades de construcción y operación del mismo, lo anterior con el objeto de trabajar de una manera sustentable en cada una de las etapas del proyecto.

Adicionalmente a los objetivos del PMDC, incluye el de lograr la realización sistemática de acciones y obras públicas en materia de infraestructura municipal, por lo que, las actividades de construcción del gasoducto durante la obra civil del mismo, estarán reguladas a lo establecido en dicho objetivo, por lo cual Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, mediante la implementación de tecnología de primer nivel para la perforación direccional del subsuelo, sustenta el realizar acciones que logren una relación sistemática entre el desarrollo tecnológico y sustentable, ya que, si bien las actividades de perforación y apertura de zanja representan un impacto negativo al suelo y subsuelo, dichos impactos se verán reducidos y mitigados por el método de perforación direccional y por las actividades de remediación de áreas impactadas.

**Fuente: Plan Municipal de Desarrollo (2009 – 2012).  
Gobierno del Municipio de Cuernavaca. Marzo del 2010.**



*Plan de Desarrollo Municipal 2009 – 2012. Municipio de Jiutepec, Morelos.*

El Plan de Desarrollo Municipal (PDM), se presenta en cumplimiento a lo que establecen los artículos 2, apartado B, Fracción IX y 26, punto A de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; 2 bis, Fracción VII, 85 A y 85 D y 119 de la Constitución Política del Estado de Morelos; 30, Fracción III, 38, Fracciones XXX y LVII, 41, Fracción XXI, 49 a 54, 57, 58 y 59 de la Ley Orgánica Municipal de Morelos, y se ha elaborado de acuerdo con los preceptos 2, 3, 5, 7, 14, 21, 24, 26 y demás relativos aplicables de la Ley Estatal de Planeación. Así mismo, el Plan de Desarrollo Municipal de Jiutepec 2009-2012 está integrado a partir de los criterios institucionales y de planeación democrática establecidos en el Plan Nacional de Desarrollo 2006-2012 y en el correspondiente Plan Estatal de Desarrollo del Estado de Morelos 2006-2012.

Una de las políticas marcadas en el PDM, es la de realizar actividades específicas para disfrutar de un medio ambiente saludable, protegiendo la ecología del municipio, pero además, procurando que en todos los programas, obras y acciones se considere evitar cualquier impacto negativo a la flora, fauna, cuerpos de agua, suelo, barrancas, zonas de reserva ecológica y aire del municipio, por lo cual, Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, tiene planeado trabajar sustentablemente en cada una de las etapas del proyecto, ya que es primordial para la empresa el mantener un medio ambiente saludable en la región que no se vea afectado negativamente por las actividades de trabajo durante la obra civil y durante la operación del gasoducto principal, con lo cual, también se verá favorecido el ecosistema del municipio, ya que mediante la implementación del método de perforación direccional horizontal, se realizará la instalación del gasoducto, en aquellos cruces importantes como son, cuerpos de agua, carreteros y cruces pluviales, principalmente, mismos que no se verán afectados significativamente, ya que la metodología de sistema direccional no considera el despalme de la cobertura vegetal del suelo, con lo cual, además de preservar la vegetación, cuerpos de agua y el paisaje original, no se generarán impactos negativos hacia la comunidad faunística presente en dichos puntos donde se implementara la perforación direccional, con lo cual, Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, no se contrapone, a la política de protección, preservación, restauración y mejoramiento del medio ambiente, establecida en el Plan de Desarrollo Municipal de Jiutepec.

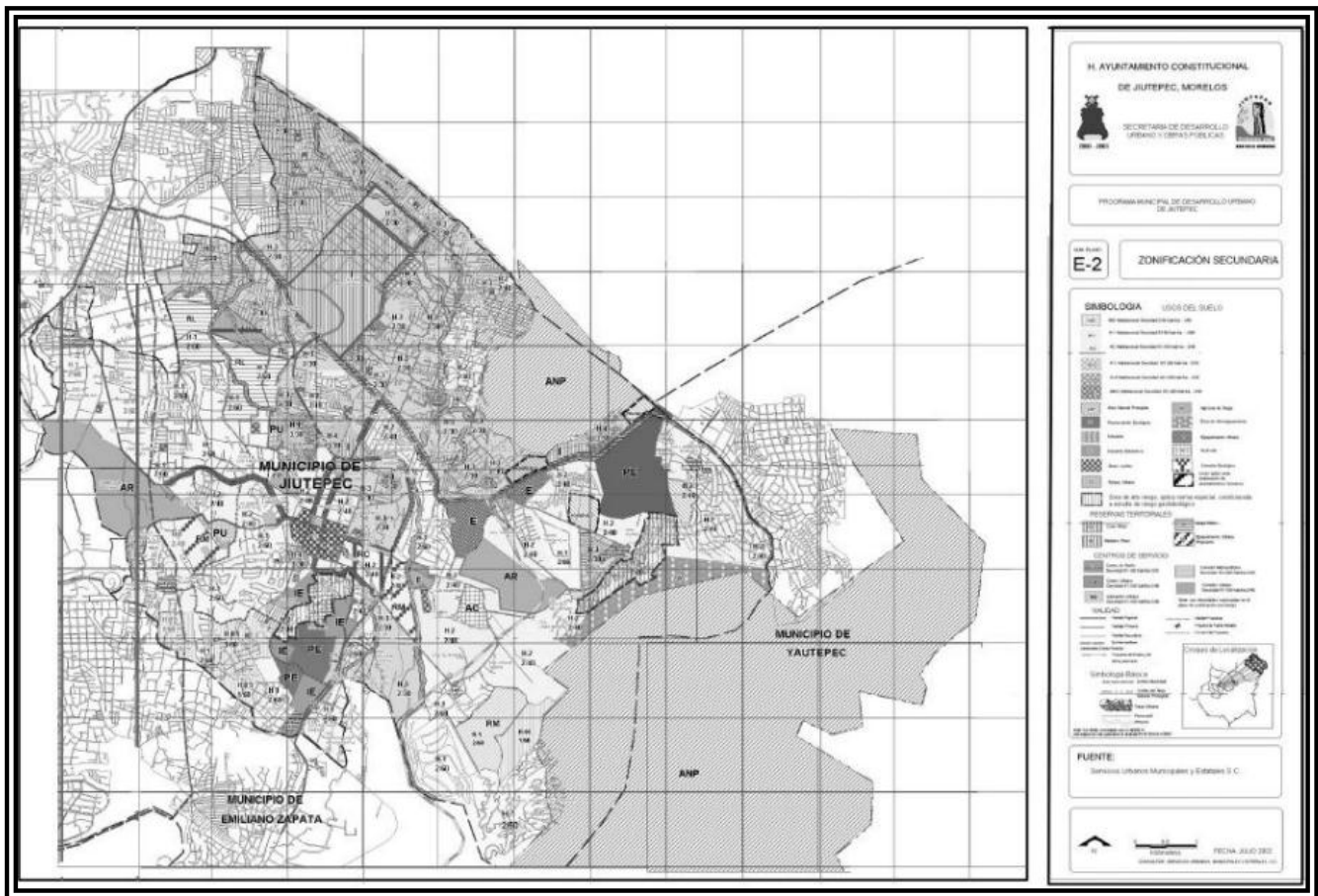


Figura III.5. Plano de Desarrollo Urbano del Municipio de Jiutepec, Morelos.

Fuente: Plan de Desarrollo Municipal 2009 – 2012.  
Gobierno de la Ciudad de Jiutepec.

#### Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Yautepec, Morelos.

Las bases jurídicas que sustentan al Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Yautepec, son de carácter Federal, Estatal y Municipal y están contenidas en los ordenamientos legales vigentes. Así mismo, se refiere a los Objetivos, Políticas y Estrategias de otros niveles de planeación incidentes en el desarrollo urbano y en el área de estudio.

El objetivo general del Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Yautepec, es el de constituirse en un instrumento normativo que permita ordenar y regular los usos y destinos del suelo, orientar la constitución de reservas territoriales e incidir en la inversión pública. Para ello, la construcción del gasoducto principal dentro del presente municipio, se realizará en zonas donde el uso de suelo sea el apropiado para la instalación del sistema de transporte de Gas Natural, en el caso de que se requiera realizar un cambio en el uso de suelo, se tramitarán los permisos correspondientes, además de que la empresa se apegará estrictamente a los criterios y políticas que se establezcan como condicionantes al regular el cambio de uso de suelo. Todo lo anterior, con el objeto de que cada una de las actividades durante el desarrollo de la obra civil para la construcción del gasoducto de 30"Φ,





sea desarrollada de manera sustentable y sin contraponerse con los objetivos que establece el Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Yautepec.

Otro de los objetivos indicado en el PMDU, es el de preservar el entorno natural previendo el impacto de los factores externos y el crecimiento natural de la población, para lo cual, durante la preparación del sitio e instalación el gasoducto, se empleará el método de perforación direccional para el cruce de aquellos puntos importantes, como cuerpos de agua, en los que represente preservar el paisaje natural, ya que dicho método tiene la particularidad de realizar la perforación direccional previamente realizada la ingeniería de la trayectoria, en profundidad y dirección en el subsuelo sin necesidad de remover la cobertura vegetal del suelo. Con lo anterior, y aunado a las actividades de remediación y/o mitigación establecidas en el programa de la empresa, se ayuda a preservar el entorno natural en el derecho de vía donde se instalará el gasoducto, remediando aquellas zonas afectadas, en donde se haya requerido del despalle de vegetación natural. Lo cual favorece uno de los objetivos establecidos en el programa municipal de desarrollo.

Las políticas de desarrollo urbano tienen el propósito de definir los lineamientos y criterios que deberán observarse para la formulación de las estrategias referentes a la estructura urbana y el ordenamiento territorial, para la definición de los programas de desarrollo urbano; dichas políticas se refieren a la conservación, mejoramiento y crecimiento del centro de población e impulso, consolidación y preservación del municipio. Para lo cual, el generar fuentes de ingresos con la construcción y puesta en marcha del presente proyecto, se mejorará el Producto Interno Bruto (PIB) de los habitantes del municipio de Yautepec, además de que, favorecerá el desarrollo industrial de manera sustentable, de los socios de Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural, gracias a la utilización de Gas natural como combustible, el cual permite realizar combustiones más limpias, en comparación con otros hidrocarburos.

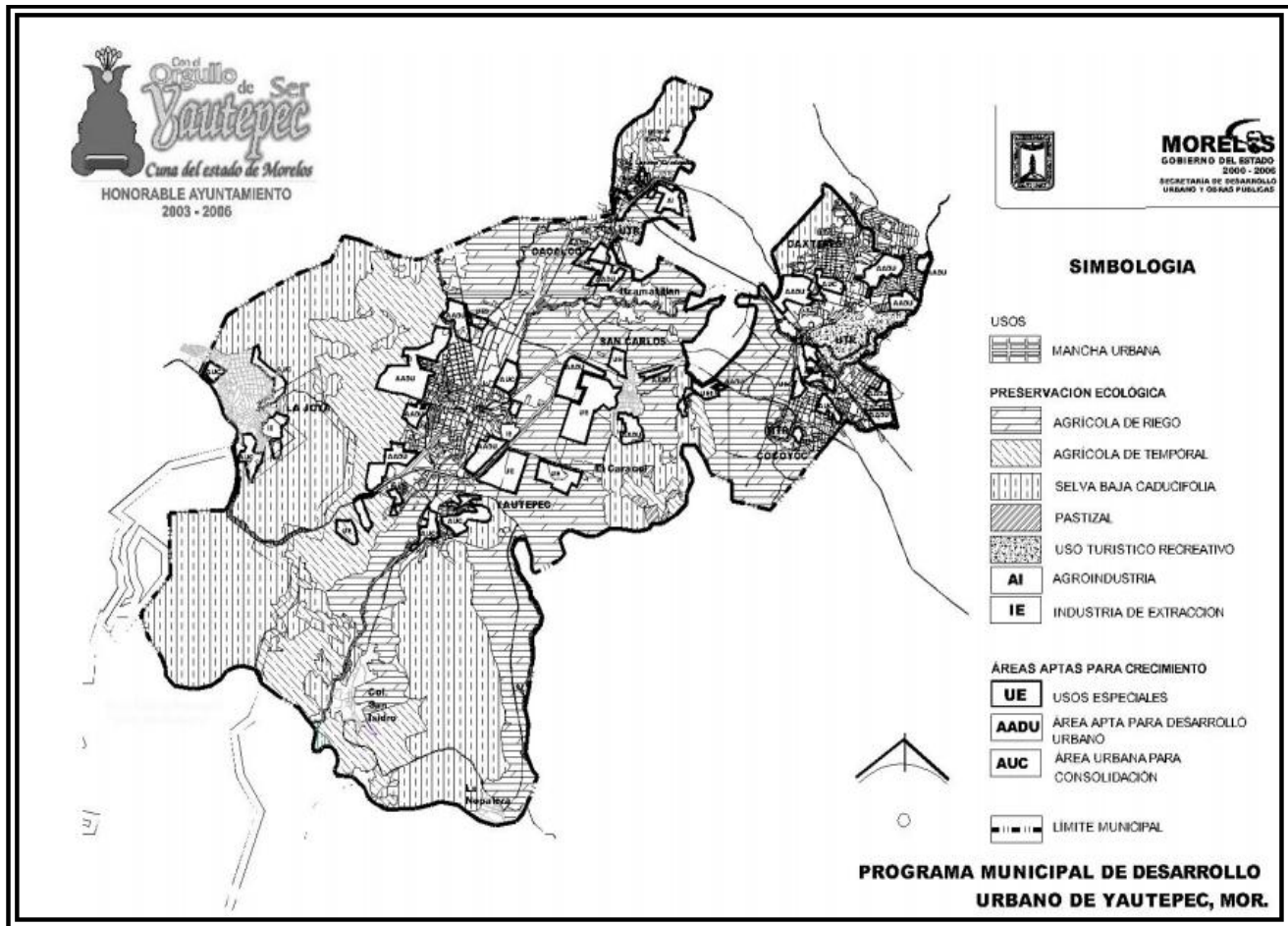


Figura III.6. Plano de Desarrollo Urbano del Municipio de Yautepec, Morelos.

Fuente: Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Yautepec. Secretaría de Desarrollo Urbano y Obras Públicas. Estado de Morelos.

Plan Municipal de Desarrollo 2009 – 2012, del municipio de Tlayacapan, Morelos.

El presente Plan Municipal de Desarrollo de Tlayacapan (PMDT) 2009 - 2012, integra las principales acciones que el Gobierno Municipal habrá de realizar para atender los requerimientos de la población de manera ordenada. Además de cumplir con los obligaciones legales, busca encauzar las legítimas demandas que benefician a la población, a través de las peticiones realizadas durante los primeros meses del periodo constitucional y lo expresado en los foros de consulta ciudadana realizados, empleando el trabajo participativo y la planeación estratégica como herramientas eficientes para el desarrollo del municipio.

La visión del PMDT es la de Ser un municipio que mejore su calidad de vida, derivada de un crecimiento económico en el ámbito agropecuario, comercial, turístico e industrial, los cuales estén sustentados por una infraestructura de calidad, y un ordenamiento, territorial que respete el equilibrio ecológico, y ordene razonablemente los asentamientos humanos del municipio, por lo que Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V., desde la etapa de planeación y diseño ejecutivo del proyecto, buscó la manera de plantear un proyecto sustentable, desde la obra



civil hasta la operación del mismo, con el objeto de que durante el desarrollo del mismo, los impactos negativos al medio ambiente sean en lo más mínimo posible, además de que el sector social no se viera afectado por el tránsito de vehículos automotores y maquinaria pesada; con lo anterior se busca alcanzar la visión municipal en materia de Desarrollo Económico Sustentable, apegándose estrictamente a los objetivos, estrategias y programas municipales.

Inmerso en el PMDT se encuentra el objetivo encaminado a conservar e incrementar las fuentes de empleo, consolidando al municipio como un polo de desarrollo económico potencial, preservando el equilibrio ecológico y creando las condiciones objetivas necesarias para tal fin, para lo cual, Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural, mediante el inicio de actividades en las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto, aportará con el aumento a las estadísticas de creaciones de empleos, ya que directa e indirectamente el proyecto impactará positivamente al sector socioeconómico en cuanto a la creación de empleos, lo cual cumple con lo establecido en el objetivo para el Desarrollo Económico Sustentable antes mencionado. Así mismo, mediante el empleo de tecnologías que permitan salvar obstáculos en los cuales se requiera conservar el paisaje y/o no dañar a cuerpos de agua superficiales, principalmente, Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, realizará la instalación del gasoducto mediante la perforación direccional, con lo cual, se preservará la cobertura vegetal del suelo y se reducirán los impactos al ambiente, cumpliendo con uno de los objetivos del PMDT que establece la preservación del equilibrio ecológico.

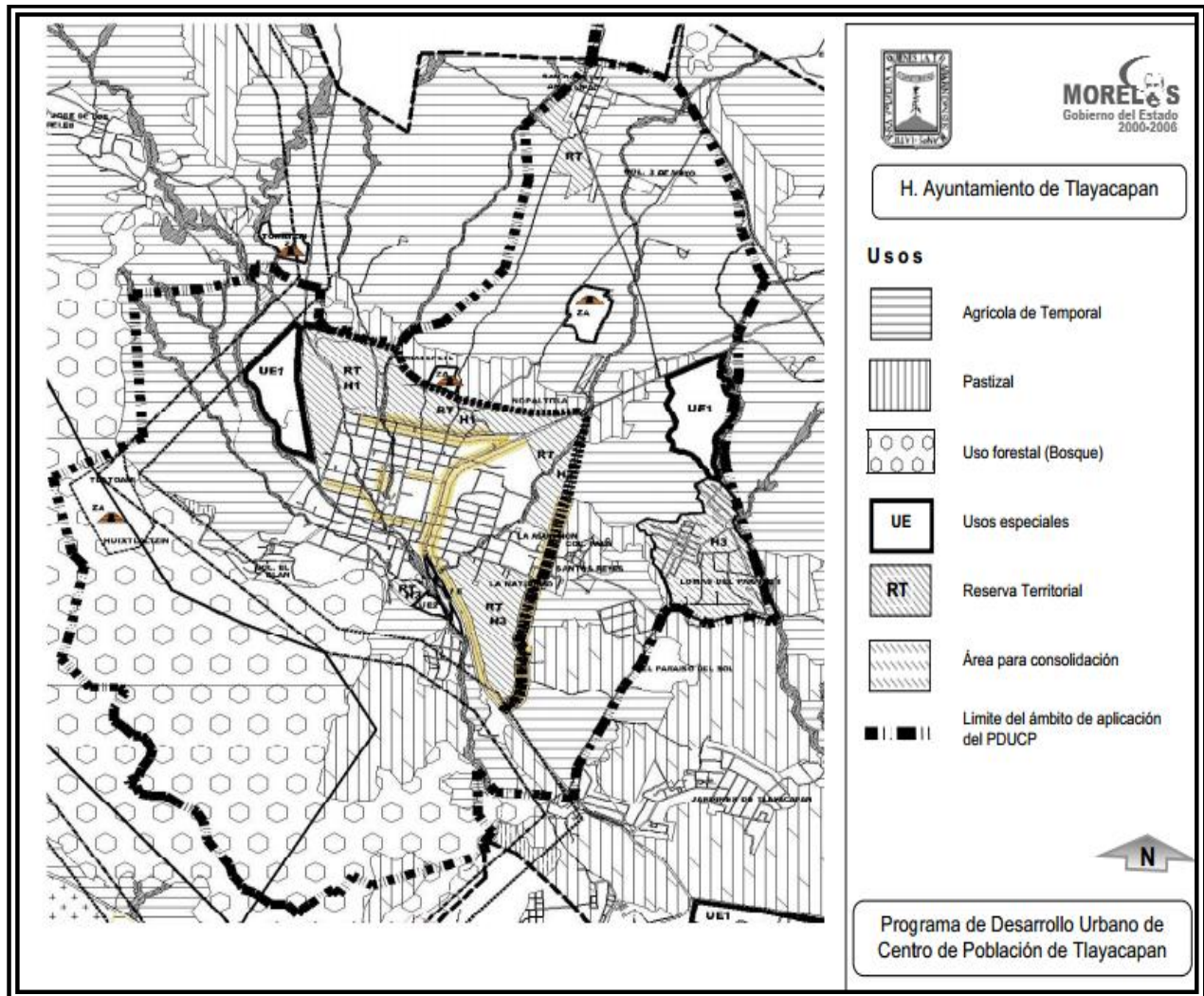


Figura III.7. Plano de Desarrollo Urbano del Municipio de Tlayacapan, Morelos.

Fuente: Plan Municipal de Desarrollo 2009 – 2012.  
H. Ayuntamiento de Tlayacapan, Morelos.

Programa Municipal de Desarrollo Urbano. Municipio de Cuautla, Morelos.

El Programa de Desarrollo Urbano (PMDU), se enmarca horizontal y verticalmente en los instrumentos jurídicos vigentes en el país, tanto en los órdenes de gobierno federal, estatal y municipal, así como en los aspectos multidimensionales involucrados en el desarrollo territorial, es decir la economía, la población, el ambiente y el patrimonio cultural.

Las actividades a realizar en las etapas del proyecto, están encaminadas a cumplir estrictamente con lo estipulado en el Programa Municipal de Desarrollo Urbano, con el objeto de trabajar en coordinación con los lineamientos y criterios aplicables para alcanzar los objetivos y metas planteados por los órdenes de gobierno municipales a través de los instrumentos de planeación para el eficaz ordenamiento territorial del municipio.





Las políticas de orden general se refieren a los lineamientos asociados al medio ambiente, a las actividades económicas, al contexto social y a zonificar el territorio dentro de los escenarios previstos de urbanización, designándose las siguientes políticas

*Crecimiento.*

Las políticas de crecimiento urbano deben considerar los requerimientos de vivienda por niveles de desagregación considerando las densidades de vivienda y población, la infraestructura, los servicios y el equipamiento convencional urbano, así como ambiental.

Durante la etapa de planeación y diseño ejecutivo del proyecto, se consideraron las políticas de crecimiento urbano del municipio, por lo que las actividades a realizar durante la etapa de construcción del gasoducto, serán ejecutadas con estricto apego a los requerimientos de construcción municipales, tomando en cuenta el factor social de la región, mismo que no se vea afectado por la obra civil del proyecto. Es por eso que, la Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, contará con los permisos y licencias expedidos por las autoridades competentes para el inicio de actividades de construcción y puesta en marcha del proyecto.

*Redensificación.*

Con esta política se pretende optimizar el uso adecuado del suelo, de acuerdo a su vocación, a su capacidad de equipamiento e infraestructura instalada, modificando las densidades de población, los usos y destinos de ocupación del suelo actual y el vigente.

El trazo del gasoducto durante la etapa de planeación, se definió de tal manera que las actividades a realizar causaran el menor impacto a los factores bióticos y abióticos del municipio de Cuautla, por lo que, dicho trazo se definió dentro del derecho de vía de la carretera Federal No. 160 Cuautla – Oaxtepec, de manera que los impactos al suelo fueran mínimos debido a la situación actual de la superficie del derecho de vía de la carretera Federal, el cual se encuentra impactado por las actividades antropogénicas del municipio. Con lo anterior, el desarrollo del proyecto se apega estrictamente a la política marcada en el presente PMDU.

*Protección.*

Esta política busca mantener las condiciones del medio ambiente y natural del municipio de acuerdo a las Unidades de Gestión Territorial establecidas en el Programa Municipal de Ordenamiento Ecológico de Cuautla. Con la finalidad de controlar la explotación de los recursos naturales, preservando dentro de los niveles óptimos su utilización, y regeneración.

Las actividades a realizar durante el proyecto, estarán reguladas en todo momento por las políticas y criterios ecológicos establecidos en el territorio municipal por cada una de las Unidades de Gestión ambiental establecidas, considerando que los trabajos de obra civil y operación del proyecto no deberán de ir en contra de lo que establecen los criterios establecidos para cada una de las UGA's donde tendrá influencia el proyecto, tales como la No. 16, 17, 21, 22, 23, 27, 30, 31, 32 y 34 (**Ver Figura III.8**).

Así mismo, las políticas de conservación y aprovechamiento establecidas por el Programa Municipal de Desarrollo Urbano, serán consideradas durante las diferentes etapas del proyecto, mismas que también se aplicarán conforme a los criterios ecológicos establecidos para cada unidad de gestión ambiental en las que se establezca el proyecto.

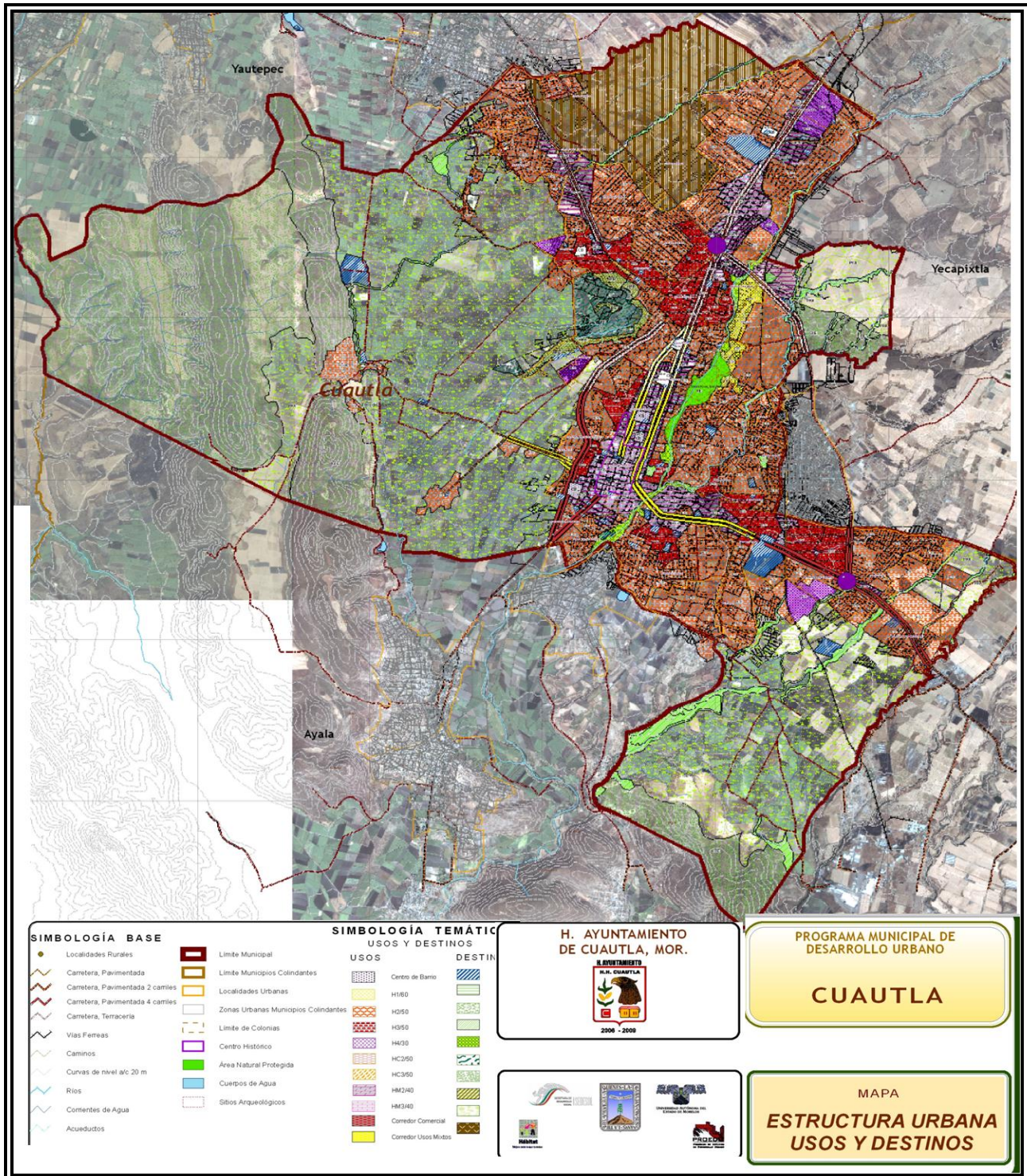


Figura III.8. Plano de Desarrollo Urbano del Municipio de Cuautla, Morelos.

Fuente. Programa Municipal de Desarrollo Urbano. Municipio de Cuautla.





Plan Municipal de Desarrollo 2009 – 2012. Yecapixtla, Morelos.

En cumplimiento a lo señalado en el artículo 55 de la Ley Orgánica Municipal del Estado de Morelos, el presente Plan Municipal de Desarrollo se formuló con base en lo establecido en los Planes Nacional y Estatal 2007-2012, con la finalidad de que sean congruentes entre sí, y los programas operativos de los diferentes ámbitos de gobierno, guarden la debida coordinación, permitiendo con ello, que los tres niveles de gobierno coadyuven, en la esfera de sus respectivas jurisdicciones, a la consecución de los objetivos de la planeación general

Con el objeto de que la instauración y puesta en operación del gasoducto principal, dentro del municipio de Yecapixtla, no afecte los objetivos del presente Plan Municipal de Desarrollo, Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V., se apegará estrictamente a las políticas establecidas en el presente plan.

En el eje rector del Desarrollo Económico sustentable del Plan Municipal de Desarrollo, se establecen objetivos claros que abordan problemáticas vigentes, con la intención de definir políticas públicas que contribuyan a la reducción de la pobreza, buscando equilibrar los valores de conservación de los recursos naturales y el respeto a su biodiversidad con las necesidades económicas de las comunidades de nuestro municipio y ofreciendo oportunidades específicas para mejorar de forma integral las condiciones de vida de los habitantes del municipio de Yecapixtla.

Por lo anterior, la instalación del presente proyecto en el municipio de Yecapixtla, traerá consigo un impacto importante al sector socio económico municipal ya que se generan empleos en las diferentes etapas del proyecto, y se trabajará de manera sustentable de manera de equilibrar los valores de conservación de los recursos naturales durante la ejecución de actividades industriales, con el fin de mitigar impactos ecológicos.

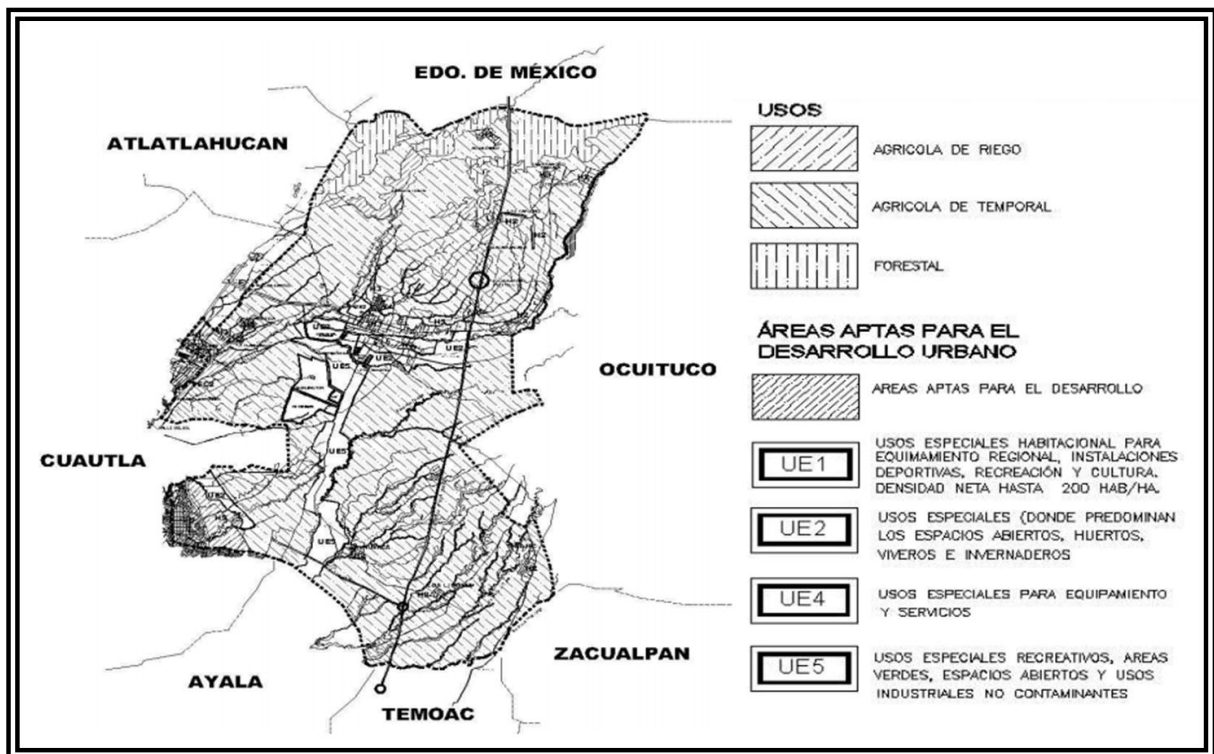


Figura III.9. Plano de Desarrollo Urbano del Municipio de Yecapixtla, Morelos.

Fuente: Plan Municipal de Desarrollo 2010 – 2012.  
H. Ayuntamiento de Yecapixtla, Morelos.



Plan Municipal de Desarrollo de Ayala. 2009 – 2012.

Como una de las principales estrategias del Plan Municipal de Desarrollo de Ayala (PMDA), se encuentra la de promover un desarrollo urbano ordenado y sustentable, protegiendo el medio ambiente y regenerando las zonas impactadas ecológicamente, con el objeto de coadyuvar al logro de un ambiente más saludable y de un municipio más limpio en términos ambientales para sus habitantes, formulando acciones para propiciar la participación de los sectores productivos en la instrumentación de actividades de mejoramiento ambiental. Por lo anterior, Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V., en el margen de contribuir con la sustentabilidad que rige el Plan antes mencionado, mantendrá como política principal la conservación del medio ambiente durante las etapas de construcción, operación y mantenimiento, del proyecto en desarrollo, empleando actividades sustentables que contribuyan al desarrollo industrial de la región sin causar impactos significativos al medio ambiente, es por ello que mediante la conservación de los puntos importantes como cuerpos de agua y cruces carreteros, principalmente, se busca cumplir con las estrategias ecológicas dictadas en el presente PMDA.

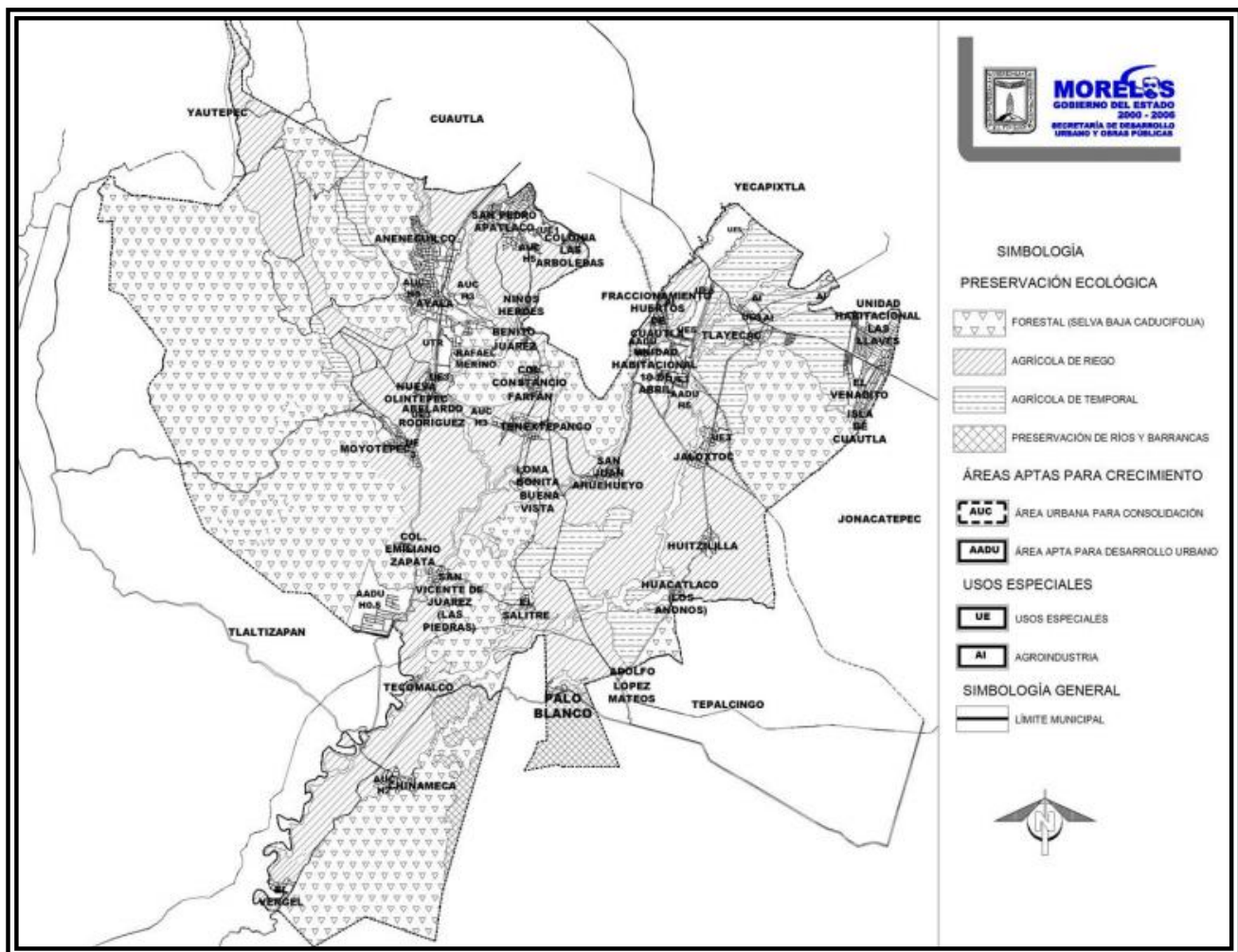


Figura III.10. Plano de Desarrollo Urbano del Municipio de Ayala, Morelos.

Fuente: Plan Municipal de Desarrollo de Ayala.  
H. Ayuntamiento de Ayala, Morelos.





❖ **Leyes y Reglamentos, Federales, Estatales y Municipales en materia ambiental y Normas Oficiales Mexicanas (NOM's).**

La legislación ambiental federal, estatal y municipal vigente, que regula el proyecto y los impactos que se pueden presentar derivado de la instalación y operación del gasoducto, son:

**CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS.**

La factibilidad de la instalación y operación del gasoducto propiedad de la Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V., se fundamenta en el Título Primero, Capítulo I, De las Garantías Individuales, Artículo 25, en el que se fundamenta la participación del sector privado para la producción, distribución y consumo de bienes y servicios socialmente necesarios y que por no tratarse de energéticos nucleares o eléctricos no se ve restringida la actividad prevista, sólo acota su interacción en un marco de conservación de los recursos y del medio ambiente.

Así mismo, los señalamientos del artículo 27 constitucional son retomados para enfatizar el cumplimiento de las normas que la federación establece relativas a las obras o trabajos de explotación de los combustibles; así como para el otorgamiento de concesiones para las actividades de distribución sin que por supuesto se vea comprometido el dominio que la Nación posee sobre los recursos naturales.

Un factor decisivo para la factibilidad del proyecto es lo concerniente a las implicaciones territoriales, en este sentido se afianza al Proyecto de acuerdo a los señalamientos de la fracción V del artículo 115 e indirectamente el párrafo tercero del artículo 27 constitucional, en donde se establecen los mecanismos en que los estados y municipios, ejercen sus atribuciones para dictar las modalidades en el uso y aprovechamiento de los elementos naturales, ambientales y el ordenamiento de los asentamientos humanos; cabe destacar que la envergadura del Proyecto obliga a particularizar las determinaciones de los usos y destinos en los ámbitos estatales respectivos de acuerdo a los señalamientos de las fracciones I y II del artículo 121 constitucional.

Por su parte los señalamientos del artículo 73 vinculados a los postulados del artículo 89, Facultades del Poder Ejecutivo, impactan sobre el Proyecto, al correlacionar las facultades del Congreso como entidad responsable de:

- Impedir restricciones al comercio interestatal (fracción IX),
- Generar la legislación sobre hidrocarburos (fracción X),
- Expedir leyes sobre el uso y aprovechamiento de las aguas de jurisdicción federal (fracción XVII),
- Establecer contribuciones sobre el aprovechamiento y explotación de recursos naturales (fracción XXIX inciso 2º),
- Expedir leyes de orden económico vinculadas al abasto para la producción suficiente y oportuna de bienes y servicios, social y nacionalmente necesarios (fracción XXIXE),
- Expedir leyes en materia de protección al ambiente y de preservación y restauración del equilibrio ecológico (fracción XXIX-G), y por último,
- Expedir leyes que establezcan las bases de coordinación en materia de protección civil (fracción XXIX-I),

Por lo que se requiere la adopción de las disposiciones legales en materia de comercio, ambiental, energética y de protección civil a fin de no vulnerar el posicionamiento coyuntural del proyecto (gasoducto).



### **Tratado Internacional. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático y el Protocolo de Kyoto.**

Como parte de los primeros esfuerzos para combatir el cambio climático a nivel internacional, la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) fue adoptada en Nueva York el 9 de mayo de 1992 y entró en vigor el 21 de marzo de 1994. Esta Convención tiene como objetivo reforzar la conciencia pública, a escala mundial, de los problemas relacionados con el cambio climático.

En esta Convención se plantea que el sistema climático es un recurso compartido por lo que su afectación es responsabilidad de todos los países. El objetivo que persigue dicha Convención es lograr la estabilización de las concentraciones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropogénicas peligrosas en el sistema climático. Ese nivel debería lograrse en un plazo suficiente para permitir que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático, para asegurar que la producción de alimentos no se vea amenazada y dejar que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible.

De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas, la CMNUCC establece una estructura general para los esfuerzos intergubernamentales encaminados a resolver el desafío del cambio climático. En virtud de ello, los gobiernos:

- Recopilan y comparten la información sobre las emisiones de gases de efecto invernadero, las políticas nacionales y las prácticas óptimas en la materia;
- Ponen en marcha estrategias nacionales para abordar el problema de las emisiones de gases de efecto invernadero y adaptarse a los efectos previstos, incluida la prestación de apoyo financiero y tecnológico a los países en desarrollo; y
- Cooperan para prepararse y adaptarse a los efectos del cambio climático.

En 1997, los gobiernos acordaron incorporar una adición, conocida con el nombre de Protocolo de Kyoto que cuenta con medidas más enérgicas y jurídicamente vinculantes. Posteriormente, el 2005 marcó un punto importante dentro del desarrollo de una conciencia mundial por el medio ambiente, particularmente en el sector energético. En ese año el Protocolo de Kyoto entró en vigor y el Panel Intergubernamental para el Cambio Climático de las Naciones Unidas (IPCC por sus siglas en inglés) presentó un reporte en el que declaraba que el problema del cambio climático era mucho mayor que lo que se había pensado.

#### **Mecanismos del Protocolo de Kyoto.**

De acuerdo con el Protocolo de Kyoto, los países deben cumplir sus objetivos principalmente a través de medidas nacionales. Sin embargo, ofrece un medio adicional para el cumplimiento de sus objetivos a través de los siguientes tres mecanismos:

- Mercado de emisiones, conocido como "Mercado del carbono".- De acuerdo al Artículo 17 del Protocolo de Kyoto, el comercio de emisiones permite a los países que cuentan con emisiones permitidas pero no usadas -una reducción en su número de emisiones mayor al que se comprometieron- vender estas emisiones a otros países.  
Las transferencias y adquisiciones de estas unidades son monitoreadas y cuantificadas por medio de los sistemas de registro previstos en el Protocolo de Kyoto. Con este registro de transacciones internacionales se pretende contar con una transferencia segura de las unidades de reducción de emisiones entre los países.



- Mecanismo de desarrollo limpio (MDL).- Se define en el Artículo 12 del Protocolo y permite a un país que tenga un compromiso de reducción o limitación de emisiones bajo el Anexo B del Protocolo de Kyoto implementar un proyecto de reducción de emisiones en los países en desarrollo. Estos proyectos pueden generar Certificados de Reducción de Emisiones (CER's por sus siglas en inglés), comercializables, cada uno equivalente a una tonelada de CO<sub>2</sub>, que pueden contabilizarse en el cumplimiento de los objetivos de Kyoto. El MDL se considera como el primer mecanismo de inversión global, ambiental y plan de crédito de su clase, al proporcionar un instrumento de reducción de emisiones normalizadas, CER.  
El mecanismo estimula el desarrollo sostenible y la reducción de emisiones, al tiempo que brinda flexibilidad a los países industrializados para cumplir con sus objetivos de reducción de emisiones.
- De aplicación conjunta (JJI).- Se define en el Artículo 6 del Protocolo; permite a un país del anexo B obtener CER a partir de un proyecto de reducción de emisiones en otro país del anexo B.

Los mecanismos ayudan a estimular la inversión verde y a que los países cumplan con sus objetivos de reducción de emisiones de una manera costo-efectiva.

El Fondo de Adaptación se estableció para financiar proyectos y programas de adaptación en los países en desarrollo dentro del Protocolo de Kyoto. El Fondo se financia principalmente con una participación de los ingresos de las actividades de proyectos MDL.

En México, se determina que para el cumplimiento de los objetivos y metas del programa de expansión del sector energético, tanto el gobierno de México, como las otras partes interesadas, se apoyarán en los recursos financieros previstos por las convenciones y tratados de los que México sea parte, así como de los programas internacionales de financiamiento, el mecanismo de desarrollo limpio (MDL) u otros instrumentos económicos que se hayan diseñado o puesto en marcha antes y durante el periodo de duración del programa. Específicamente, para aquellos que por su naturaleza contribuyan a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera, se buscará obtener los recursos provenientes de la comercialización de dichas reducciones en el mercado internacional de carbono, a fin de que sean económicamente viables y puedan avanzar desde su programación, hasta su ejecución y puesta en marcha. De esto último destaca que el Proyecto se constituye como un Mecanismo de Desarrollo Limpio, que le hace susceptible de atribuirse como beneficiario de los Certificados de Reducción de Emisiones en términos de los mecanismos del protocolo de Kyoto.

## **LEYES FEDERALES**

### ***Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.***

Esta Ley fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de Enero 1988, reformada el 13 de Diciembre de 1996, 7 de Enero de 2000, 31 de Diciembre de 2001, 13 de Junio de 2003 y 23 de Febrero de 2005.

La esfera de actuación para llevar a cabo la evaluación, aprobación y vigilancia en el desarrollo del proyecto del gasoducto propiedad de la Compañía de Autoabastecedores de Morelos, S.A. de C.V., está fundamentada por las atribuciones asignadas a la federación de acuerdo a las definiciones que se hacen en las fracciones V, VI, X y XIX del Artículo 5º, los incisos a) y f) de la fracción III del Artículo 11, fracción XI del artículo 15 y Artículo 17 de esta Ley.



**Artículo 3o.-** Para los efectos de esta Ley se entiende por:

**XX.- Impacto ambiental:** Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza;

**Artículo 5o.-** Son facultades de la Federación:

**V.-** La expedición de las normas oficiales mexicanas y la vigilancia de su cumplimiento en las materias previstas en esta Ley;

**VI.-** La regulación y el control de las actividades consideradas como altamente riesgosas, y de la generación, manejo y disposición final de materiales y residuos peligrosos para el ambiente o los ecosistemas, así como para la preservación de los recursos naturales, de conformidad con esta Ley, otros ordenamientos aplicables y sus disposiciones reglamentarias;

**X.-** La evaluación del impacto ambiental de las obras o actividades a que se refiere el artículo 28 de esta Ley y, en su caso, la expedición de las autorizaciones correspondientes;

**XIX.-** La vigilancia y promoción, en el ámbito de su competencia, del cumplimiento de esta Ley y los demás ordenamientos que de ella se deriven;

**Artículo 11.** La Federación, por conducto de la Secretaría, podrá suscribir convenios o acuerdos de coordinación, con el objeto de que los gobiernos del Distrito Federal o de los Estados, con la participación, en su caso, de sus Municipios, asuman las siguientes facultades, en el ámbito de su jurisdicción territorial:

**III.** La evaluación del impacto ambiental de las obras o actividades a que se refiere el artículo 28 de esta Ley y, en su caso, la expedición de las autorizaciones correspondientes, con excepción de las obras o actividades siguientes:

- a)** Obras hidráulicas, así como vías generales de comunicación, oleoductos, **gasoductos**, carboductos y poliductos,
- f)** Cambios de uso de suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas,

**Artículo 15.-** Para la formulación y conducción de la política ambiental y la expedición de normas oficiales mexicanas y demás instrumentos previstos en esta Ley, en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico y protección al ambiente, el Ejecutivo Federal observará los siguientes principios:

**XI.-** En el ejercicio de las atribuciones que las leyes confieren al Estado, para regular, promover, restringir, prohibir, orientar y, en general, inducir las acciones de los particulares en los campos económico y social, se considerarán los criterios de preservación y restauración del equilibrio ecológico;

**Artículo 17.-** En la planeación nacional del desarrollo se deberá incorporar la política ambiental y el ordenamiento ecológico que se establezcan de conformidad con esta Ley y las demás disposiciones en la materia.

En la planeación y realización de las acciones a cargo de las dependencias y entidades de la administración pública federal, conforme a sus respectivas esferas de competencia, así como en el ejercicio de las atribuciones que las leyes confieran al Gobierno Federal para regular, promover, restringir, prohibir, orientar y en general inducir las acciones de los particulares en los campos económico y social, se observarán los lineamientos de política ambiental que establezcan el Plan Nacional de Desarrollo y los programas correspondientes.





Bajo los preceptos anteriores, y con el objeto de encuadrar los alcances del Proyecto bajo las disposiciones de esta Ley, se señala el acatamiento a lo señalado en el artículo 28, específicamente por las determinaciones a las fracciones I y VII, en el sentido de obtener la autorización en materia de impacto ambiental y anticipar la aplicatoriedad de las condicionantes que fije la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), a fin de garantizar la salvaguarda del medio ambiente y de los asentamientos humanos cercanos a las zonas del Proyecto.

**Artículo 28.-** La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:

**I.-** Obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, **gasoductos**, carbo ductos y poliductos,

**VII.-** Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas

El presente estudio constituye el documento mediante el cual se da a conocer, con base en estudios, el impacto ambiental, significativo y potencial que generara el gasoducto para transporte de Gas Natural, así como la forma de evitarlo o atenuarlo, sustentado en términos de lo que se indica en la fracción XX, artículo 3º y que deriva en la observancia a lo establecido en el artículo 30 acompañado del estudio de riesgo señalado por ser considerada una actividad riesgosa.

**Artículo 30.-** Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.

Cuando se trate de actividades consideradas altamente riesgosas en los términos de la presente Ley, la manifestación deberá incluir el estudio de riesgo correspondiente.

Si después de la presentación de una manifestación de impacto ambiental se realizan modificaciones al proyecto de la obra o actividad respectiva, los interesados deberán hacerlas del conocimiento de la Secretaría, a fin de que ésta, en un plazo no mayor de 10 días les notifique si es necesaria la presentación de información adicional para evaluar los efectos al ambiente, que pudiesen ocasionar tales modificaciones, en términos de lo dispuesto en esta Ley.

Los contenidos del informe preventivo, así como las características y las modalidades de las manifestaciones de impacto ambiental y los estudios de riesgo serán establecidos por el Reglamento de la presente Ley.

El Estudio de Riesgo Ambiental que complementa la presente Manifestación de Impacto Ambiental, se presenta con fundamento a lo que se señala en el segundo párrafo del artículo 147 de esta Ley,



su formulación y presentación se requiere por considerar que el transporte de gas corresponde con una de las actividades riesgosas.

**Artículo 147.-** La realización de actividades industriales, comerciales o de servicios altamente riesgosas, se llevarán a cabo con apego a lo dispuesto por esta Ley, las disposiciones reglamentarias que de ella emanen y las normas oficiales mexicanas a que se refiere el artículo anterior.

Quienes realicen actividades altamente riesgosas, en los términos del Reglamento correspondiente, deberán formular y presentar a la Secretaría un estudio de riesgo ambiental, así como someter a la aprobación de dicha dependencia y de las Secretarías de Gobernación, de Energía, de Comercio y Fomento Industrial, de Salud, y del Trabajo y Previsión Social, los programas para la prevención de accidentes en la realización de tales actividades, que puedan causar graves desequilibrios ecológicos.

El proyecto, al ser sometido al procedimiento de evaluación del impacto ambiental por parte de las autoridades federales, se sujetará a todas las disposiciones aplicables tanto en la LGEEPA como en sus reglamentos y demás disposiciones que de ellos deriven.

***Ley General de Vida Silvestre.***

Esta Ley se publicó en el Diario Oficial de la Federación el 3 de Julio del 2000 y reformada el 10 de Enero del 2002.

Los desarrolladores y las empresas contratistas responsables de la construcción y operación del gasoducto., asumen responsablemente el compromiso de contribuir en la conservación de la vida silvestre desde las etapas de preparación del sitio y para ello se adoptan las medidas pertinentes a fin de evitar la destrucción, daño o perturbación a la vida silvestre; con ello se da cumplimiento a lo que se señala en el ARTÍCULO 4 de la Ley General de Vida Silvestre y que a la letra define: “es deber de todos los habitantes del país conservar la vida silvestre; queda prohibido cualquier acto que implique su destrucción, daño o perturbación...”.

Para la zona de intervención de cualquier proyecto considerado en cualquier región del país, la presencia de cualquier especie en riesgo, catalogada bajo la categoría de amenazada, en peligro de extinción o sujeta a protección especial, requiere consideraciones especiales a fin de posibilitarse la adecuación del proyecto, y para ello resultan aplicables los términos de los Artículos 19 y primer párrafo del 64, mismos que son transcritos a continuación.

**Artículo 19.** Las autoridades que, en el ejercicio de sus atribuciones, deban intervenir en las actividades relacionadas con la utilización del suelo, agua y demás recursos naturales con finas agrícolas, ganaderos, piscícolas, forestales y otros, observarán las disposiciones de esta Ley y las que de ella se deriven, y adoptarán las medidas que sean necesarias para que dichas actividades se lleven a cabo de modo que se eviten, prevengan, reparen, compensen o minimicen los efectos negativos de las mismas sobre la vida silvestre y su hábitat.

**Artículo 64.** La Secretaría acordará con los propietarios o legítimos poseedores de predios en los que existan hábitats críticos, medidas especiales de manejo y conservación.



La realización de cualquier obra pública o privada, así como de aquellas actividades que puedan afectar la protección, recuperación y restablecimiento de los elementos naturales en los hábitats críticos, deberá quedar sujeto a las condiciones que se establezcan como medidas especiales de manejo y conservación en los planes de manejo de que se trate, así como del informe preventivo correspondiente, de conformidad con lo establecido en el reglamento.

Los términos de esta Ley inciden en garantizar la permanencia de la vida silvestre (flora y fauna), enfatizando la protección especial a las especies en riesgo; en este sentido es imperante resaltar que en el contexto inmediato a la zona de intervención del Proyecto sólo se registra la presencia de una especie animal sujeta a conservación y se refiere a la Iguana Verde (Iguana iguana), la adecuación del Proyecto no constituye un factor de erradicación o depredación hacia dicha especie, ya que al ser un elemento que se desplanta en el subsuelo, solo repercute en su alejamiento temporal en las etapas de construcción, permitiendo su reincorporación y convivencia con las instalaciones en las etapas de operación; no obstante a lo anterior y bajo la consigna institucional de constituirse como una empresa ambientalmente responsable, se dispone desde noviembre de 2009 del registro para el establecimiento de una Unidad de Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMA) para la reproducción de la Iguana Verde y facilitar su reincorporación al medio natural contiguo.

***Ley Reglamentaria al Artículo 27 Constitucional en el Ramo del Petróleo.***

El párrafo segundo del artículo 4º de esta Ley establece que “el transporte, almacenamiento y la distribución de gas podrán ser llevados a cabo, previo permiso por los sectores social y privado, los que podrán construir, operar, y ser propietarios de gasoductos, instalaciones y equipos, en los términos de las disposiciones reglamentarias, técnicas y de regulación que se expidan”.

Así mismo en su artículo 13 establece que los individuos “interesados en obtener los permisos a que se refiere el párrafo segundo del Artículo 4º de esta ley deberán presentar solicitud a la Secretaría de Energía. Por lo que, el transporte, el almacenamiento y la distribución de gas metano, queda incluida en las actividades y con el régimen a que se refiere el párrafo anterior.

En función de lo anterior y sin que haya impedimento para la participación de una empresa privada en los procesos de transporte de gas, en su momento se tramitarán los permisos respectivos ante la CRE (Trámite CRE-00-006, Otorgamiento de permiso de transporte de gas natural para usos propios, modalidades usuario final y sociedad de autoabastecimiento), con lo que se avala la autorización para desempeñar las actividades previstas por parte del promovente y corroborar su factibilidad.

***Ley de la Comisión Reguladora de Energía.***

En octubre de 1995, se publicó en el Diario Oficial de la Federación la Ley de la Comisión Reguladora de Energía, con la que se fundamenta la constitución de la Comisión Reguladora de Energía (CRE) como entidad reguladora con autonomía técnica y operacional con el mandato de regular las actividades de operadores públicos y privados en la industria del gas y la electricidad en México.

La CRE busca estimular una industria de gas natural que sea competitiva y sostenible, teniendo bajo su responsabilidad la inspección de instalaciones, la emisión de permisos, la regulación de precios, la supervisión general de la industria, el garantizar un abasto suficiente, la seguridad y promoción de la competencia. Las políticas instrumentadas por la CRE buscan conseguir un equilibrio entre permisionarios y consumidores, y alienta la inversión privada al establecer un marco regulatorio claro y predecible. El presente Proyecto estará regulado por dicha Comisión y por lo tanto se sujetará a los



instrumentos legales que se derivan de la presente Ley.

La adopción de los términos de esta Ley para el caso de la Línea de Distribución se fundamenta por los señalamientos que se hacen las fracciones XII y XIV del artículo 3, en las que se puntualiza la emisión de los permisos y autorizaciones para desarrollar las actividades de transporte y distribución de gas y el cumplimiento de las disposiciones administrativas y que para el caso que nos compete se refiere al Permiso de transporte de gas natural para usos propios, modalidades usuario final y sociedad de autoabastecimiento.

**Artículo 3.-** Para el cumplimiento de su objeto, la Comisión tendrá las atribuciones siguientes:

**XII.** Otorgar y revocar los permisos y autorizaciones que, conforme a las disposiciones legales aplicables, se requieran para la realización de actividades reguladas;

**XIV.** Expedir y vigilar el cumplimiento de las disposiciones administrativas de carácter general, aplicables a las personas que realicen actividades reguladas;

***Ley General de Bienes Nacionales.***

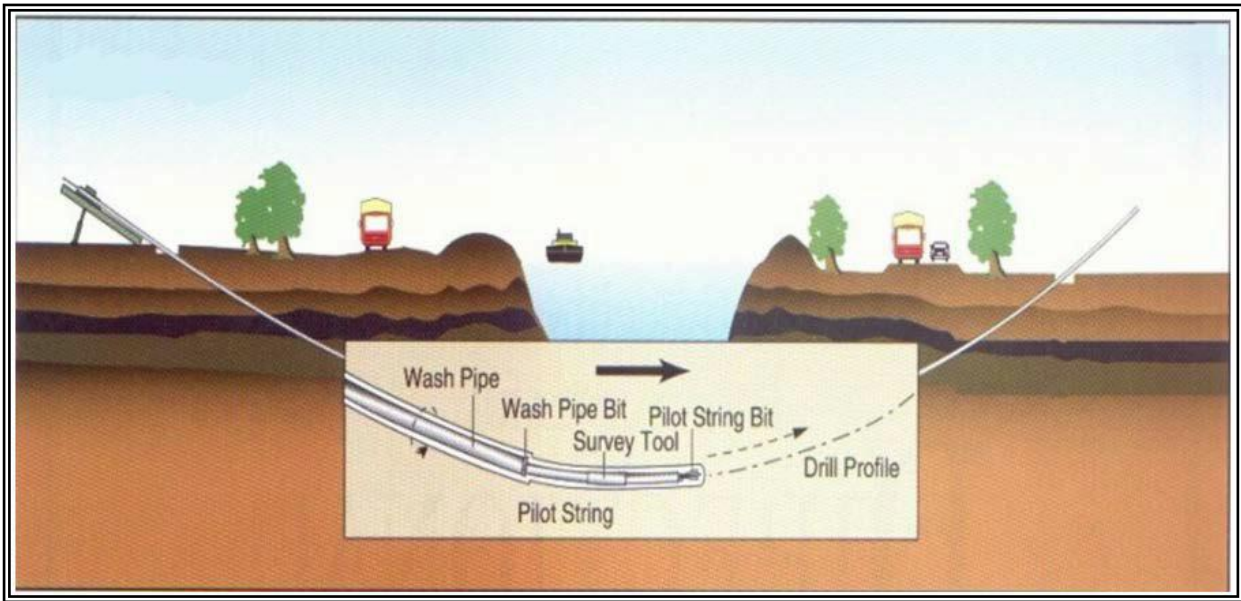
Publicada en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 20 de mayo de 2004 y reformada el 31 de agosto de 2007.

El trayecto del gasoducto incorpora en su desarrollo la adecuación técnica sobre elementos hidrológicos y vías férreas que por su naturaleza en el régimen de propiedad, requieren el otorgamiento de concesiones, permisos o autorizaciones en bienes de dominio público de la federación y de acuerdo a las atribuciones respectivas de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal encargadas en el manejo de las zonas federales, lo anterior se debe a que dichos elementos son propiedad de la nación de acuerdo a los señalado en los párrafos primero y cuarto del artículo 27 constitucional.

Los términos el aprovechamiento de los bienes de uso común; las fracciones VII, IX del artículo 18, definen como bienes de uso común a las riberas y zonas federales de las corrientes; los caminos, carreteras y puentes que constituyan vías generales de comunicación. Adicionalmente se retoman los principios que establece el artículo 13, en el que se estipula que las concesiones no crean derechos reales, sino solo los relativos a la realización del uso y aprovechamiento y que para el caso que nos atañe sólo se limita a la autorización para permitir la instalación y operación del gasoducto por el derecho de vía de las carreteras federales 160 y 115, así como para efectuar el cruce de arroyos y líneas de ferrocarril.

De acuerdo a los señalamientos anteriores y como se representa en la Figura III.11, se acota la intervención de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) para los aspectos relativos a la Zona Federal del Río Yautepec y Río Cuautla, para la vía férrea le corresponde a la SCT.





**Figura III.11** Técnica de perforación direccional que se empleará para colocar el gasoducto en el cruce del Río Yautepec y Río Cuautla, así como del cruce de ferrocarril en la ciudad de Cuautla.

### ***Ley de Aguas Nacionales.***

Publicada en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 1 de Diciembre de 1992 y reformada el 29 de Abril de 2004 y su Reglamento publicado en el DOF 12 de Enero de 1994.

En concordancia a lo ya señalado por el párrafo quinto del Artículo 27 constitucional, así como en el Artículo 19 y las fracciones VII y IX del Artículo 18 de la Ley General de Bienes Nacionales, en los que se define su utilidad por constituirse como bienes de dominio público y que en consecuencia delega la administración de los recursos hídricos en la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA); esta Ley fortalece las disposiciones para estipular las obligaciones en el uso y explotación de los recursos hídricos. En este sentido se requiere el acotamiento a sus disposiciones por requerir, en primera instancia, la autorización para el cruce del Gasoducto en la zona federal que define el cruce del Río Yautepec y Río Cuautla.

**Artículo 9.** "La Comisión" es un órgano administrativo desconcentrado de "la Secretaría", que se regula conforme a las disposiciones de esta Ley y sus reglamentos, de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal y de su Reglamento Interior.

"La Comisión" tiene por objeto ejercer las atribuciones que le corresponden a la autoridad en materia hídrica y constituirse como el Órgano Superior con carácter técnico, normativo y consultivo de la Federación, en materia de gestión integrada de los recursos hídricos, incluyendo la administración, regulación, control y protección del dominio público hídrico.

En el ejercicio de sus atribuciones, "la Comisión" se organizará en dos modalidades:

- a. El Nivel Nacional, y
- b. El Nivel Regional Hidrológico - Administrativo, a través de sus Organismos de Cuenca.

Las atribuciones, funciones y actividades específicas en materia operativa, ejecutiva, administrativa y jurídica, relativas al ámbito Federal en materia de aguas nacionales y su gestión, se realizarán a través de los Organismos de Cuenca, con las salvedades asentadas en la presente Ley.



Son atribuciones de "la Comisión" en su Nivel Nacional, las siguientes:

**XVII.** Administrar y custodiar las aguas nacionales y los bienes nacionales a que se refiere el Artículo 113 de esta Ley, y preservar y controlar la calidad de las mismas, en el ámbito nacional;

**Artículo 97.** Los usuarios de las aguas nacionales podrán realizar, por sí o por terceros, cualesquiera obras de infraestructura hidráulica que se requieran para su explotación, uso o aprovechamiento. La administración y operación de estas obras serán responsabilidad de los usuarios o de las asociaciones que formen al efecto, independientemente de la explotación, uso o aprovechamiento que se efectúe de las aguas nacionales.

**Artículo 98.** Cuando con motivo de dichas obras se pudiera afectar el régimen hidráulico o hidrológico de los cauces o vasos propiedad nacional o de las zonas federales correspondientes, así como en los casos de perforación de pozos en zonas reglamentadas o de veda, se requerirá de permiso en los términos de los Artículos 23 y 42 de esta Ley y de sus reglamentos. Para este efecto la Autoridad competente expedirá las Normas Oficiales Mexicanas que correspondan.

"La Autoridad del Agua" supervisará la construcción de las obras, y podrá en cualquier momento adoptar las medidas correctivas necesarias para garantizar el cumplimiento del permiso y de dichas normas.

**Artículo 122.** .....(Último párrafo)

En el caso de ocupación de vasos, cauces, zonas federales y demás bienes nacionales inherentes a que se refiere la presente Ley, mediante la construcción de cualquier tipo de obra o infraestructura, sin contar con el título o permiso con carácter provisional correspondiente, "la Autoridad del Agua" queda facultada para remover o demoler las mismas con cargo al infractor, sin perjuicio de las sanciones que correspondan.

***Ley Reglamentaria del Servicio Ferroviario.***

Publicada en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 12 de mayo de 1995.

Esta Ley es aplicable para la gestión del gasoducto, por la necesidad de disponer del permiso para cruzar la Línea del ferrocarril en la ciudad de Cuautla, de acuerdo a lo que señalan los Artículos 15 y 34 que a la letra señalan.

**Artículo 15.** Se requiere permiso para:

II. Construir accesos, cruzamientos e instalaciones marginales, en el derecho de vía de las vías férreas; excluyendo la construcción e instalación de espuelas, mismas que se podrán construir sin necesidad de concesión o permiso;

**Artículo 34.** Se requiere autorización de la Secretaría para la instalación de líneas de transmisión eléctrica, fibra óptica, postes, cercas, **ductos de petróleo o sus derivados**, o cualquiera otra obra subterránea, superficial o aérea, en las vías generales de comunicación ferroviaria, sin perjuicio de lo establecido en otras disposiciones aplicables.

En estos casos, el Estado podrá obtener una contraprestación por el aprovechamiento de la vía general de comunicación, sin perjuicio de la contraprestación que pudiese corresponder al concesionario de la vía férrea.



Las dependencias del Gobierno Federal, en coordinación con la Secretaría, podrán realizar cualesquiera de las obras señaladas en el primer párrafo de este artículo, dentro del derecho de vía de las vías férreas, sin pagar contraprestación alguna.

Las obras o instalaciones a que se refiere este artículo no deberán perjudicar la prestación del servicio público de transporte ferroviario o las instalaciones de las vías férreas.

***Ley General de Asentamientos Humanos.***

El ordenamiento a observar de la Ley General de Asentamientos Humanos está estipulado en su **Artículo 19** que a la letra establece que “las autorizaciones de manifestación de impacto ambiental que otorguen la Secretaría o las entidades federativas y los municipios conforme a las disposiciones jurídicas ambientales, deberán considerar la observancia de la legislación y los planes o programas en materia de desarrollo urbano”; en este sentido se hace hincapié en que el trayecto del gasoducto, al considerar las expectativas e inercias de crecimiento urbano de los asentamientos humanos cercanos a dicha línea de distribución, no se implantase en las reservas territoriales previstas por los instrumentos de planeación y que en su caso se defina claramente el derecho de vía para evitar riesgos potenciales derivados de asentamientos irregulares.

De igual manera se señala en esta Ley, la obligatoriedad de gestionar la licencia de uso de suelo y la de construcción de acuerdo a lo que se indica en el Artículo 5o.

**Artículo 5o.-** Se considera de utilidad pública:

X. Expedir las autorizaciones, licencias o permisos de uso de suelo, construcción, fraccionamientos, subdivisiones, fusiones, relotificaciones y condominios, de conformidad con las disposiciones jurídicas locales, planes o programas de desarrollo urbano y reservas, usos y destinos de áreas y predios;

***Ley Federal de Derechos.***

Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 31 de Diciembre de 1981 y última reforma el 18 de Noviembre de 2010. Los derechos que establece esta Ley, se pagarán por el uso o aprovechamiento de los bienes del dominio público de la Nación, así como por recibir servicios que presta el Estado en sus funciones de derecho público, excepto cuando se presten por organismos descentralizados u órganos desconcentrados y en este último caso, cuando se trate de contraprestaciones que no se encuentren previstas en esta Ley. También son derechos las contribuciones a cargo de los organismos públicos descentralizados por prestar servicios exclusivos del Estado.

La naturaleza del proyecto considera el cruzamiento sobre bienes de dominio público propiedad de la Nación, tales como Línea del ferrocarril en el tramo por la ciudad de Cuautla y el Erío Yecapixtla y Río Cuautla, por lo que la presente Ley establece el pago de derechos por el uso o aprovechamiento de dichos bienes de dominio público (Artículo 1º); las consideraciones puntuales que tienen injerencia para el proyecto se formalizan en la Sección Octava “Otorgamiento de Permisos” de acuerdo a lo que se señala en el artículo 172-A estipula lo concerniente para la autorización de cruzamiento con vías férreas.



**Artículo 172-A.-** Por el otorgamiento de autorizaciones para el cruzamiento de vías férreas por otras vías de comunicación y obras, se pagará el derecho de autorización de cruzamiento, conforme a las siguientes cuotas:

**I.- Subterráneos - \$1,308.97**

Por otra parte, los términos de las fracciones II y III del Artículo 192-A, en lo concerniente al pago por la expedición de los permisos para las obras implícitas para el cruzamiento del canal Tecuanillo.

**Artículo 192-A.** Por el estudio y trámite y, en su caso, autorización de títulos de concesión y permisos que se indican, incluyendo su posterior inscripción por parte de la Comisión Nacional del Agua en el Registro Público de Derechos de Agua, se pagará el derecho de servicios relacionados con el agua, conforme a las **siguientes cuotas:**

**II.** Por cada título de concesión para el uso o aprovechamiento de terrenos de cauces, vasos, lagos o lagunas, así como esteros, zonas federales y demás bienes nacionales regulados por la Ley de Aguas Nacionales - **\$1,163.36**

**III.** Por cada permiso para la construcción de obras hidráulicas destinadas a la explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales o en zonas de veda y reglamentadas, para perforación de pozos para uso de aguas del subsuelo o para la construcción de obras en zona federal - **\$3,551.92**

***Ley General de Protección Civil.***

Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 12 de Mayo de 2000. Esta Ley es de orden público e interés social y tiene por objeto establecer las bases de la coordinación en materia de protección civil, entre la Federación, las Entidades Federativas y los Municipios.

Si bien el ámbito de coordinación de esta Ley se limita a las entidades federales, estatales y municipales, se prevé la incidencia en el proyecto como expresión de actividades preventivas que inciden en la protección civil tanto de la población cercana, como de los operarios del Proyecto, y que para el promovente finca responsabilidades de colaboración, coordinación con las autoridades respectivas y la definición de los respectivos simulacros, programas de evacuación, programas preventivos de mantenimiento a las instalaciones, programas de capacitación, el respectivo Estudio de Riesgo (requisitado por la SEMARNAT, de acuerdo a lo señalado en el segundo párrafo del artículo 147 de la LGEEPA), en el que se ostenta la atención oportuna ante cualquier eventualidad y la obligación de comunicar a las autoridades de protección civil la presencia de una situación de probable o inminente riesgo (fracción VI, artículo 24 de la LGPC).

**Artículo 24.-** Son derechos y obligaciones de los grupos voluntarios:

**VI.** Comunicar a las autoridades de protección civil la presencia de una situación de probable o inminente riesgo.

***Ley Federal de Telecomunicaciones.***

Esta Ley tiene incidencia sobre el Proyecto, debido a las instalaciones de fibra óptica que de manera simultánea y de forma paralela se desplantara junto a la línea de distribución de gas natural que prevé el Proyecto.





Sus disposiciones regulan entre otras, las actividades de intercomunicación que pueden llevar a cabo los particulares entre sí, para ello es necesario acotarse a las indicaciones para obtener los permisos pertinentes.

**Artículo 9-A.** La Comisión Federal de Telecomunicaciones es el órgano administrativo desconcentrado de la Secretaría, con autonomía técnica, operativa, de gasto y de gestión, encargado de regular, promover y supervisar el desarrollo eficiente y la cobertura social amplia de las telecomunicaciones y la radiodifusión en México, y tendrá autonomía plena para dictar sus resoluciones. Para el logro de estos objetivos, corresponde a la citada Comisión el ejercicio de las siguientes atribuciones:

**IV.** Opinar respecto de las solicitudes para el otorgamiento, modificación, prórroga y cesión de concesiones y permisos en materia de telecomunicaciones, así como de su revocación;

**XIII.** Vigilar la debida observancia a lo dispuesto en los títulos de concesión y permisos otorgados en la materia, y ejercer las facultades de supervisión y verificación, a fin de asegurar que la prestación de los servicios de telecomunicaciones se realice con apego a las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas aplicables;

**Artículo 31.** Se requiere permiso de la Secretaría para:

**I.** Establecer y operar o explotar una comercializadora de servicios de telecomunicaciones sin tener el carácter de red pública, y

**Artículo 32.** Los interesados en obtener permiso deberán presentar solicitud a la Secretaría, la cual contendrá, en lo conducente, lo establecido en el artículo 24.

La Secretaría analizará y evaluará la documentación correspondiente a la solicitud a que se refiere el párrafo anterior en un plazo no mayor de 90 días naturales, dentro del cual podrá requerir a los interesados información adicional.

Una vez cumplidos, a satisfacción, los requisitos a que se refiere el artículo anterior, la Secretaría otorgará el permiso correspondiente.

**Artículo 24.** Los interesados en obtener una concesión para instalar, operar o explotar redes públicas de telecomunicaciones, deberán presentar, a satisfacción de la Secretaría, solicitud que contenga como mínimo:

**I.** Nombre y domicilio del solicitante;

**II.** Los servicios que desea prestar;

**III.** Las especificaciones técnicas del proyecto;

**IV.** Los programas y compromisos de inversión, de cobertura y calidad de los servicios que se pretenden prestar;

**V.** El plan de negocios, y

**VI.** La documentación que acredite su capacidad financiera, técnica, jurídica y administrativa.

Lo anterior, sin perjuicio de obtener, en su caso, concesión para explotar bandas de frecuencias en los términos del artículo 14.



***Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.***

Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 8 de Octubre de 2003 y reformada el 22 de Mayo de 2006 y el 19 de Junio de 2007, esta Ley tiene por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente adecuado y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, valorización y la agestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación, así como para establecer criterios generales que serán definidos con mayor precisión en el Reglamento, así como en las leyes estatales y ordenamientos municipales que se deriven de la misma Ley.

La Ley establece una serie de obligaciones para los generadores de residuos peligrosos, en función de las cantidades de residuos que generen anualmente, así como obligaciones en el caso de manejo y de accidentes o derrames de residuos peligrosos.

Establece también disposiciones generales para el caso del manejo de residuos de manejo especial y sólidos urbanos, que deberán ser desarrollados por las disposiciones locales.

El proyecto del gasoducto cumplirá con las obligaciones establecidas por la Ley, las cuales se verán con mayor detalle al tratar sobre el Reglamento de la misma, la correspondiente ley estatal de residuos, y otras partes de la MIA que atiendan al manejo adecuado de residuos en general.

**REGLAMENTOS FEDERALES**

***Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental.***

La interposición de este Reglamento tiene su antecedente en lo conducente por la fracción X del artículo 12 de la LGEEPA y tiene su transcripción para el proyecto de la Línea de Distribución de Gas Natural función del acotamiento a las características y modalidades de la Manifestación de Impacto Ambiental y el Estudio de Riesgo Ambiental que se presentan.

El complemento a los señalamientos normativos puntualizados para el Proyecto de acuerdo con la LGEEPA, son señalados en el respectivo Reglamento de esta Ley, y que se acotan, con base en la naturaleza del mismo, a las disposiciones de los incisos C) y O) del artículo, artículo 5, artículo 9, fracción IV del artículo 11 y artículo 14, que a la letra señalan:

**Artículo 5.** Quienes pretendan llevar a cabo alguno de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en material de impacto ambiental:

**C) OLEODUCTOS, GASODUCTOS, CARBODUCTOS Y POLIDUCTOS**

Construcción de oleoductos, gasoductos, carboductos o poliductos para la conducción o distribución de hidrocarburos o materiales o sustancias consideradas peligrosas conforme a la regulación correspondiente, excepto los que se realicen en derechos de vía existentes en zonas agrícolas, ganaderas o eriales.

De acuerdo a lo establecido en el citado precepto, la construcción de un gasoducto, está comprendida dentro de las obras que requieren la manifestación de impacto ambiental (MIA), así como su autorización correspondiente.

**Artículo 9.** Los promoventes deberán presentar ante la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del proyecto, de la



obra, o actividad respecto de la que se solicita autorización.

La información que contenga la manifestación de impacto ambiental deberá referirse a circunstancias ambientales relevantes vinculadas con la realización del proyecto.

**Artículo 11.** Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de: Proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en los que por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar o producir la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.

Con base en lo anterior, y tomando en cuenta que la MIA a presentarse es modalidad particular, se utilizó la guía para proyectos petroleros a efecto de elaborar el presente documento.

***Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales.***

El Reglamento de la LAN fue publicado el 12 de enero de 1994 y reglamenta las disposiciones en materia de uso de aguas provenientes de cuerpos de agua de jurisdicción federal y del subsuelo, así como disposiciones en materia de descarga de aguas residuales a cuerpos receptores también de jurisdicción federal.

**Artículo 7o.-** Para efectos de la fracción VII, del artículo 9o., de la "Ley", "La Comisión" aprobará formatos para facilitar la presentación de las solicitudes de concesiones, asignaciones y permisos, así como de los anexos que en su caso ésta requiera.

**Artículo 30.-** Conjuntamente con la solicitud de concesión o asignación para la explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales se solicitará, en su caso: el permiso de descarga de aguas residuales, el permiso para la realización de las obras que se requieran para el aprovechamiento del agua y la concesión para la explotación, uso o aprovechamiento de cauces, vasos o zonas federales a cargo de "La Comisión".

Al respecto de este ordenamiento, el proyecto del gasoducto realizará la actualización del trámite de obtención sobre el permiso correspondiente, para el paso del gasoducto sobre el Río Yautepec y Río Cuautla.

***Reglamento de Gas Natural.***

El Reglamento de Gas natural fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 8 de Noviembre de 1995.

Este ordenamiento reglamenta la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en el Ramo del Petróleo, con el objeto de regular las ventas de primera mano, así como las actividades y los servicios que no forman parte de la industria petrolera en materia de gas natural, a efecto de asegurar su suministro eficiente.

Las disposiciones del Reglamento de Gas Natural están vinculadas a los señalamientos de las fracciones V y VI del Artículo 2; así como del Artículo 14, 19 que definen y regulan las ventas de primera mano, así como los procedimientos para obtener, transferir y modificar permisos por parte de la Comisión Reguladora de Energía, por lo que su acatamiento responde a las necesidades de disponer de los permisos pertinentes para la construcción y operación del gasoducto propiedad de Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V..



**Artículo 2.-** Definiciones.

Para los efectos de este Reglamento, se entenderá por:

**III. Comisión:** La Comisión Reguladora de Energía;

**V. Directivas:** Disposiciones de carácter general expedidas por la Comisión, tales como criterios, lineamientos y metodologías, a que deben sujetarse las ventas de primera mano y las actividades de transporte, almacenamiento y distribución de gas;

**VI. Distribución:** La actividad de recibir, conducir, entregar y, en su caso, comercializar gas por medio de ductos dentro de una zona geográfica;

**Artículo 14.-** Régimen de permisos

La realización de las actividades de transporte, almacenamiento y distribución requerirá de permiso previo otorgado por la Comisión en los términos de este Reglamento.

Sin perjuicio de los permisos que se otorguen a Petróleos Mexicanos y demás organismos descentralizados del sector energético, los permisos para la prestación de los servicios sólo serán otorgados a empresas del sector social y sociedades mercantiles.

Petróleos Mexicanos y los demás organismos descentralizados del sector energético estarán sujetos a las disposiciones de este Reglamento.

**Artículo 19.-** Duración del permiso

Los permisos tendrán una vigencia de treinta años, contados a partir de la fecha de su otorgamiento, y serán renovables, en su caso, en los términos del Artículo 53.

**Artículo 22.-** Otros permisos y autorizaciones

El otorgamiento de un permiso implica la autorización de la Comisión para realizar las obras correspondientes, sin perjuicio de las autorizaciones que el permisionario deba obtener de otras autoridades federales y locales.

De igual forma, durante la etapa de construcción y operación, las instalaciones del Gasoducto observará cada uno de los lineamientos establecidos en el Reglamento de gas natural, destacando el cumplimiento de las siguientes obligaciones que se adquieren sobre seguridad en caso de emergencia:

I. Dar aviso inmediato a la Comisión Reguladora de Energía (CRE) y a las autoridades competentes de cualquier hecho que como resultado de sus actividades permisionadas ponga en peligro la salud y seguridad públicas; dicho aviso deberá incluir las posibles causas del hecho, así como las medidas que se hayan tomado y planeado tomar para hacerle frente.

II. Presentar a la CRE, en un plazo de diez días contado a partir de aquél en que el siniestro se encuentre controlado, un informe detallado sobre las causas que lo originaron y las medidas tomadas para su control.

III. Presentar anualmente, en los términos de las normas oficiales mexicanas aplicables, el programa de mantenimiento del sistema y comprobar su cumplimiento con el dictamen de una unidad de verificación debidamente acreditada.





IV. Llevar un libro de bitácora para la supervisión, operación y mantenimiento de obras e instalaciones, que estará a disposición de la CRE.

V. Capacitar a su personal para la prevención y atención de siniestros.

VI. Proporcionar el auxilio que les sea requerido por las autoridades competentes en caso de emergencia o siniestro, y

VII. Las demás que establezcan las normas oficiales mexicanas.

### ***Reglamento del Servicio Ferroviario.***

Para complementar las disposiciones de la Ley Reglamentaria del Servicio ferroviario, respecto a los permisos que la SCT emite para autorizar las obras de cruzamiento sobre la Línea del ferrocarril en el tramo de la ciudad de Cuautla, se incorporan las disposiciones de los artículos 20, 25 y 26 de este Reglamento y que textualmente establecen.

**Artículo 20.** Las solicitudes de autorización para realizar las instalaciones u obras a que se refiere el artículo 34 de la Ley, deberán acompañar el proyecto en el que se especifiquen la naturaleza, características, ubicación y tiempo estimado para la realización de la obra.

La Secretaría emitirá la resolución correspondiente en un plazo que no excederá de cuarenta y cinco días naturales, contado a partir de aquél en que se presente la solicitud.

**Artículo 25.** Los permisionarios y autorizados deberán convenir con los concesionarios, autorizados o permisionarios respectivos, los términos y condiciones conforme a los cuales se realizarán las instalaciones u obras a que se refieren los artículos 15 y 34 de la Ley, a fin de que en ningún momento se afecte la vía general de comunicación ferroviaria o se ponga en riesgo la seguridad en la prestación del servicio ferroviario o de otras instalaciones u obras.

En caso de que el permisionario o autorizado requiera utilizar la vía férrea o cualquier otra instalación del concesionario o permisionario, deberá celebrar con estos últimos los convenios correspondientes. Una vez otorgado el permiso o autorización respectivos, si las partes no llegan a un acuerdo para la celebración de los convenios a que se alude en este artículo, dentro de los treinta días naturales siguientes a la fecha en que iniciaron las negociaciones, cualquiera de ellas podrá solicitar la intervención de la Secretaría para que ésta resuelva lo conducente conforme al procedimiento establecido en los artículos 112 y 113 de este Reglamento.

**Artículo 26.** Los permisos se otorgarán por los plazos siguientes:

**III.** Para accesos, puentes sobre vías férreas, cruzamientos e instalaciones marginales en el derecho de vía, el plazo será indefinido.

Tratándose de las instalaciones y obras a que se refiere el artículo 34 de la Ley, la vigencia de las autorizaciones será indefinida.

**Artículo 27.** Los concesionarios, permisionarios y autorizados sólo podrán iniciar las actividades correspondientes hasta que entreguen a la Secretaría las constancias de las pólizas de seguros que deban contratarse, exhiban la garantía que, en su caso, se les solicite y cumplan con las demás



condiciones que para tal efecto establezca la Ley, este Reglamento, así como el título de concesión, permiso o autorización respectivo.

**Artículo 50.** Los cruzamientos de las vías férreas por otras vías o por otras obras, podrán llevarse a cabo mediante pasos superiores, inferiores o a nivel, previa aprobación de la Secretaría, en el entendido de que los cruzamientos a nivel en las zonas urbanas únicamente se autorizarán cuando las condiciones de seguridad, económicas y sociales lo permitan.

En todo caso, los cruzamientos deberán contar con las señales necesarias para eliminar riesgos y prevenir accidentes, las cuales estarán a cargo del permisionario que cruce a la vía férrea ya establecida.

***Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos***

El Reglamento de la LGPGIR, publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 30 de Noviembre de 2006 se refiere a las obligaciones relativas al manejo y disposición de los residuos peligrosos por parte del generador. Establece los lineamientos generales que habrán de observarse sobre el manejo, incluyendo almacenamiento, recolección, transporte, alojamiento, reuso, tratamiento, reciclaje, incineración y disposición final de los residuos peligrosos, así como, las normas oficiales relativas a los mismos. Asimismo, se establecen los requerimientos específicos para el registro de los generadores y de los prestadores de servicios encargados del manejo de los residuos peligrosos.

Este reglamento es aplicable al proyecto en virtud de que durante las diferentes etapas del proyecto se van a generar, manejar y disponer residuos peligrosos. El Proyecto cumplirá con este ordenamiento y su realización no se opone a sus disposiciones.

***Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos.***

El Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos se publicó en el Diario Oficial de la Federación el día 7 de Abril de 1993; tiene por objeto regular el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos, establece las obligaciones de los transportistas de dichos materiales y residuos, la clasificación y descripción de las sustancias peligrosas que pueden ser transportadas; las características de los envases y embalajes en los que se deben transportar; las características, especificaciones, equipamiento e identificación de los vehículos motores y unidades de arrastre a utilizar; las condiciones de seguridad en los mismos, el Sistema Nacional de Emergencia en Transportación de Materiales y Residuos Peligrosos, las disposiciones de tránsito en vías de jurisdicción federal, las disposiciones especiales para el transporte de residuos peligrosos; la responsabilidad, las obligaciones y las sanciones específicas de las partes involucradas con el transporte de materiales y residuos peligrosos.

Este reglamento resulta aplicable al Proyecto en cuanto a que se tiene la obligación de contratar con empresa autorizada por la SEMARNAT como por la SCT para el transporte de materiales y residuos peligrosos en términos de lo que dispone dicho cuerpo normativo. El Proyecto cumplirá en su momento con este ordenamiento y no se opone a sus disposiciones.

***Reglamento para la Protección del Ambiente contra la Contaminación Originada por la Emisión de Ruido.***

El Reglamento para la Protección del Ambiente contra la Contaminación originada por la Emisión de Ruido, publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 6 de diciembre de 1982, establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente de fuentes industriales. Asimismo,



dispone las medidas necesarias para mitigar el ruido, así como los estudios y métodos de realización para determinar los niveles de ruido.

Este reglamento resulta aplicable al Proyecto, en tanto que durante todas las fases que comprende el proyecto se emitirá ruido. El Proyecto cumplirá en su momento con este ordenamiento y no se opone a sus disposiciones.

### ***Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo.***

El Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo (RFSHMAT) fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 21 de Enero de 1997. Tiene por objeto establecer las medidas necesarias de prevención de los accidentes y enfermedades de trabajo, tendientes a lograr que la prestación del trabajo se desarrolle en condiciones de seguridad, higiene y medio ambiente adecuados para los trabajadores, conforme a lo dispuesto en la Ley Federal del Trabajo y los Tratados Internacionales celebrados y ratificados por los Estados Unidos Mexicanos en dichas materias.

Las disposiciones de este Reglamento deben ser cumplidas en cada centro de trabajo por los patrones o sus representantes y los trabajadores, de acuerdo a la naturaleza de la actividad económica, los procesos de trabajo y el grado de riesgo de cada empresa o establecimiento y constituyan un peligro para la vida, salud o integridad física de las personas o bien, para las propias instalaciones.

Este reglamento es aplicable al Proyecto en cuanto a las actividades que se desarrollan por el mismo y en particular las relacionadas con el medio ambiente laboral y para el manejo de materiales y sustancias peligrosas por los trabajadores. El Proyecto cumplirá en su momento con este ordenamiento y su realización no se opone a sus disposiciones.

## **LEYES Y REGLAMENTOS ESTATALES**

### ***Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección del Ambiente del Estado de Morelos (En materia de Aire).***

- Título Séptimo, Capítulo II, Artículo 119. Criterios considerados para la protección a la atmósfera.
- Título Séptimo, Capítulo II, Artículo 122. Clasificación de fuentes fijas y móviles.

Título Séptimo, Capítulo II, Artículo 123. Restricción de emisiones a la atmósfera que causen desequilibrios ecológicos.

Para la instalación del Gasoducto principal, la empresa utilizará equipos como: camionetas pick up, camiones de volteo, maquinaria pesada, plantas soldadoras y generadores de electricidad, principalmente, durante las etapas de preparación del sitio y construcción, los cuales cuentan con motor de combustión interna a base de Gasolina o Diesel, según sea el caso, lo que cataloga a dichas máquinas como fuentes móviles de emisión de contaminantes. Por lo cual deberán respetarse los Límites Máximos de Permisibles establecidos en las NOM's.

Así mismo, se utilizarán vehículos para el transporte de material durante la obra civil, lo cual generará, además de gases de combustión, emisión de Partículas Sólidos hacia la atmósfera, tanto en las etapas de preparación del sitio como en la de construcción y mantenimiento.

Por lo anterior, las actividades se realizarán con estricto apego a lo indicado en las NOM y en la LEEPA del estado de Morelos, por lo que la Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, realizará acciones tales como, mantenimiento preventivo a maquinaria y equipos, con el objeto de éstos se encuentren operando satisfactoriamente, reduciendo la emisión de gases



contaminantes por motores de combustión en mal estado, así mismo, durante las etapas de preparación del sitio y construcción, se circulará a baja velocidad (20 Km/h) con el objeto de disminuir las emisiones de gases a la atmósfera.

Aunado a lo anterior, la empresa realizará sus actividades durante la obra civil, con apego a los Límites Máximos Permisibles (LMP), con el objeto de que sus emisiones a la atmósfera no causen ningún desequilibrio ecológico.

***Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección del Ambiente del Estado de Morelos (En materia de Suelo y Subsuelo).***

- Título Séptimo, Capítulo IV, Artículo 141 y 142. Criterios para la prevención y control de la contaminación del suelo.
- Título Séptimo, Capítulo IV, Artículo 143. Contaminación del suelo.
- Título Séptimo, Capítulo IV, Artículo 144. Descarga de sustancias peligrosas al suelo.
- Título Séptimo, Capítulo IV, Artículo 150. Propietarios de terrenos erosionados.

Las actividades de mantenimiento que se requieran realizar durante la etapa de construcción del proyecto, estarán a cargo de un proveedor externo y dado de alta para sus residuos peligrosos generados, sin embargo, dichas actividades estarán delimitadas estrictamente por lo establecido en la NOM-138-SEMARNAT/SS-2003, la cual establece los lineamientos para prevenir la contaminación del suelo y en caso de existir, asegurase que ésta se encuentre dentro de los LMP para suelos contaminados con hidrocarburos, lo cual será constatado mediante la caracterización y remediación del suelo, de acuerdo a las especificaciones indicadas en dicha norma.

Para dar cumplimiento a lo establecido en la presente Ley, cabe mencionar que, durante las etapas del proyecto, solo se generarán residuos sólidos urbanos, en el derecho de vía donde será instalado el gasoducto. Ya que no se realizarán actividades de mantenimiento en el área correspondiente, sin embargo, se realizarán acciones para la prevención de la contaminación del suelo, ya que se instalarán contenedores para el almacenamiento temporal de los residuos sólidos, los cuales estarán debidamente identificados y delimitados, además de reunir las condiciones físicas para prevenir la contaminación del suelo. Así mismo, la disposición de los mismos se realizará mediante prestadores de servicio autorizados para el transporte y confinamiento de los residuos sólidos urbanos.

Cabe mencionar, que como parte de la responsabilidad de Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, dentro de su programa para la prevención y mitigación de impactos, se tienen contempladas actividades de restauración y reforestación de las áreas impactadas, en aquellos casos donde se haya realizado la remoción de la cobertura vegetal, por la apertura de la zanja para la instalación del gasoducto, y esto haya propiciado la erosión del suelo.

***Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección del Ambiente del Estado de Morelos (en materia de Ruido).***

- Título Séptimo, Capítulo VI, Artículo 156, 157 y 159. Contaminación por Ruido.
- Título Séptimo, Capítulo VII, Artículo 160. Contaminación visual y protección al paisaje.

Durante las actividades a realizar durante la etapa de preparación del sitio y construcción, se utilizará maquinaria pesada y equipos estacionarios generadores de ruido, por lo que Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V., deberá apegarse estrictamente a lo establecido en las NOM's, respecto a los límites máximos permisibles para las emisiones de ruido, vibraciones, energía térmica y lumínica, así como atender las acciones correctivas necesarias para





evitar efectos nocivos de dichos contaminantes al medio ambiente. Así mismo, la compañía estará disponible para ejecutar acciones que en algún momento puedan ser impuestas por las autoridades correspondientes, en caso de ser necesarias.

### **Ley de Residuos Sólidos para el Estado de Morelos.**

- Título Segundo. Capítulo I. Artículo 45. Clasificación de los Residuos Sólidos Urbanos (RSO).
  - Título Segundo. Capítulo I. Artículo 46, 47, 49 y 50. Obligaciones de los generadores de RSO.
  - Título Segundo. Capítulo II. Artículo 52 y 53. Separación de residuos sólidos.
- Título Segundo. Capítulo III. Artículo 55 y 65. Manejo y disposición de residuos.

Durante las actividades a desarrollar en las etapas en que se divide el proyecto, se generarán residuos sólidos urbanos, por lo que la empresa deberá apegarse estrictamente a lo establecido en la presente Ley de Residuos, por lo que durante los trabajos de la obra civil, así como en la operación del gasoducto, se instalarán contenedores debidamente identificados para el almacenamiento temporal de los residuos sólidos urbanos, con el objeto de que el manejo de los mismos sea de acuerdo a lo que establece la normatividad, así mismo, dichos residuos serán entregados a prestadores de servicios autorizados para la recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos. Así mismo, se buscará el manejo integral de los residuos, para evitar que éstos se transfieran a zonas aledañas a las de trabajo, así como la mezcla de los RSO con residuos peligrosos, lo anterior conforme lo establece el Artículo 46 y 47, de la presente Ley.

Durante cada una de las etapas del proyecto, se buscará la manera de minimizar la generación de residuos sólidos, mediante el uso eficiente de los mismos y aplicando técnicas de reciclaje, así como medidas para la separación íntegra de los residuos en orgánicos e inorgánicos.

Cabe mencionar, que la empresa no solo estará delimitada por los artículos mencionados en este apartado, sino que se apegará estrictamente a cada una de las disposiciones establecidas en la Ley de Residuos Sólidos para el estado de Morelos, con el fin de que las actividades a realizar sean en cumplimiento satisfactorio de cada uno de los lineamientos normativos marcados en la normatividad estatal vigente.

### **Normas Oficiales Mexicanas**

De acuerdo con al artículo 3º, fracción XI de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, las Normas Oficiales Mexicanas (NOM's) son regulaciones técnicas de observancia obligatoria expedida por las dependencias competentes, conforme a las finalidades establecidas en el artículo 40, que establece reglas, especificaciones, atributos, directrices, características o prescripciones aplicables a un producto, proceso, instalación, sistema, actividad, servicio o método de producción u operación, así como aquellas relativas a terminología, simbología, embalaje, marcado o etiquetado y las que se refieran a su cumplimiento o aplicación.

Conforme al artículo 37-bis de la LGEEPA, las NOM's en materia ambiental son de naturaleza obligatoria en el territorio nacional, existen diferentes NOM's que regulan el ordenamiento ecológico, descarga de aguas residuales, emisiones a la atmósfera, manejo y transporte de materiales y residuos peligrosos, manejo de recursos naturales, emisiones de ruido, etc.

El proyecto del gasoducto cumplirá desde el diseño de los equipos y en cada una de sus etapas (preparación del sitio, construcción, y operación) con la normatividad aplicable a este tipo de proyectos con la finalidad de prevenir y controlar cualquier emisión contaminante.



Las NOM's que tienen incidencia en las actividades previstas para la construcción y operación del gasoducto se detallan a continuación:

**AIRE:**

Normatividad Aplicable	Concordancia y cumplimiento de las Normas aplicables
<p><b>NOM-041-SEMARNAT-2006.</b> Límites Máximos Permisibles para la emisión de contaminantes en vehículos que usan Gasolina como combustible</p>	<p>Para la instalación del Gasoducto principal, la empresa utilizará vehículos y equipos de combustión interna a base de Diesel y/o gasolina (fuentes móviles), por lo cual Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, realizará mantenimiento preventivo a maquinaria y equipos, con el objeto de éstos se encuentren operando satisfactoriamente, reduciendo la emisión de gases contaminantes por motores de combustión en mal estado, así mismo, durante las etapas de preparación del sitio y construcción, se circulará a baja velocidad (20 Km/h) con el objeto de disminuir las emisiones de gases a la atmósfera. Aunado a lo anterior, la empresa realizará sus actividades durante la obra civil, con apego a los Límites Máximos Permisibles (LMP).</p>
<p><b>NOM-045-SEMARNAT-2006.</b> Vehículos en circulación que usan Diesel como combustible. Límites máximos de opacidad.</p>	

**SUELO Y SUBSUELO:**

Normatividad Aplicable	Concordancia y cumplimiento de las Normas aplicables
<p><b>NOM-138-SEMARNAT/SS-2003.</b> Límites Máximos Permisibles de Hidrocarburos en Suelos y las Especificaciones para su Caracterización y Remediación.</p>	<p>Las actividades de mantenimiento que se requieran realizar durante la etapa de construcción del proyecto, estarán a cargo de un proveedor externo y dado de alta para sus residuos peligrosos generados, sin embargo, dichas actividades estarán delimitadas estrictamente por lo establecido en la NOM-138-SEMARNAT/SS-2003, la cual establece los lineamientos para prevenir la contaminación del suelo y en caso de existir, asegurarse que ésa se encuentre dentro de los LMP para suelos contaminados con hidrocarburos, lo cual será constatado mediante la caracterización y remediación del suelo, de acuerdo a las especificaciones indicadas en dicha norma.</p>

**FLORA Y FAUNA:**

Normatividad Aplicable	Concordancia y cumplimiento de las Normas aplicables
<p><b>NOM-059-SEMARNAT-2010.</b> Protección ambiental. Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.</p>	<p>Se considera para el caso de identificar especies de flora y fauna silvestres ubicadas en las categorías de riesgo.</p>



**RUIDO:**

Normatividad Aplicable	Concordancia y cumplimiento de las Normas aplicables
<p><b>NOM-080-SEMARNAT-1994.</b> Establece los LMP de Emisión de Ruido Proveniente del Escape de los Vehículos Automotores, Motocicletas y Triciclos Motorizados en Circulación y su Método de Medición</p>	<p>Durante las actividades a realizar durante la etapa de preparación del sitio y construcción, se utilizará maquinaria pesada y equipos estacionarios generadores de ruido, por lo que Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V., deberá apegarse estrictamente a lo establecido en las NOM's, respecto a los límites máximos permisibles para las emisiones de ruido, vibraciones, energía térmica y lumínica, así como atender las acciones correctivas necesarias para evitar efectos nocivos de dichos contaminantes al medio ambiente. Así mismo, la compañía estará disponible para ejecutar acciones que en algún momento puedan ser impuestas por las autoridades correspondientes, en caso de ser necesarias.</p>

**RIESGO AMBIENTAL Y ENERGÍA:**

Normatividad Aplicable	Concordancia y cumplimiento de las Normas aplicables
<p><b>NOM-003-SECRE-2002.</b> Distribución de Gas Natural y Gas Licuado de petróleo por ductos.</p>	<p>Como distribuidora y transportadora de gas natural por ductos, la empresa está directamente regulada por estas normas, en cuanto al diseño, operación y mantenimiento de los ductos. La empresa deberá contar con los dictámenes de verificación tanto de su construcción, como los dictámenes anuales de operación y mantenimiento por una Unidad de Verificación acreditada, a fin de garantizar la integridad y operabilidad del sistema.</p>
<p><b>NOM-007-SECRE-2010.</b> Transporte de gas Natural.</p>	<p>Establece las especificaciones técnicas y los requisitos mínimos de seguridad que deben cumplir los sistemas de transporte de gas natural por medio de ductos.</p>
<p><b>NOM-008-SECRE-1999.</b> Control de la corrosión externa en tuberías de acero enterradas y/o sumergidas.</p>	<p>Establece los requisitos mínimos para la implementación, instalación, operación, mantenimiento y seguridad para el control de la corrosión externa en tuberías de acero enterradas y/o sumergidas.</p>
<p><b>NOM-009-SECRE-2002.</b> Monitoreo, detección y clasificación de fugas de Gas Natural y gas L.P. en ductos.</p>	<p>Establece los requisitos mínimos para el monitoreo, detección y clasificación de fugas de gas natural y gas LP en ductos, que deben cumplir los permisionarios de los sistemas de transporte y distribución por medio de ductos que operen en la República Mexicana.</p>



**RIESGO AMBIENTAL Y ENERGÍA:**

Normatividad Aplicable	Concordancia y cumplimiento de las Normas aplicables
<b>NOM-129-SEMARNAT-2006.</b> Redes de distribución de gas natural.	Establece las especificaciones de protección ambiental para la preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento y abandono de redes de distribución de gas natural que se pretendan ubicar en áreas urbanas, suburbanas e industriales, de equipamiento urbano o de servicios.
<b>NOM-005-STPS-1998.</b> Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas.	La empresa deberá cumplir con esta norma en cuanto al manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas inflamables.
<b>NOM-018-STPS-2000.</b> Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo.	Dentro de las instalaciones de la City Gate, la empresa realizará la identificación de los ductos que transporten gas natural, así como aquellos que pudieran contener mercaptanos conforme a la mencionada norma.
<b>NOM-022-STPS-2008.</b> Electricidad estática en los centros de trabajo - condiciones de seguridad e higiene.	La empresa se apegará a las condiciones de seguridad indicadas en esta norma en cuanto a electricidad estática para instalaciones donde se manejan sustancias químicas inflamables a fin de evitar riesgos de incendio y explosión por este tipo de electricidad.

**NORMAS DE PEMEX**

Se retoman los términos constructivos señalados en las Normas de PEMEX a fin de reforzar los procesos que garanticen la estabilidad de las instalaciones y disminuir los riesgos.

- Norma de Tubería K-101 “Especificaciones de Tuberías usadas en Instalaciones de PEMEX Gas y Petroquímica Básica”. 7a Edición, 2003.
- NRF-004-PEMEX-2003 “Protección con recubrimientos anticorrosivos a instalaciones superficiales de ductos”.
- NRF-10-PEMEX-2004 “Espaciamientos Mínimos y Criterios para la Distribución de Instalaciones Industriales en centros de Trabajo de Petróleos Mexicanos y Organismos subsidiarios”.
- NRF-020-PEMEX-2005 “Calificación y Certificación de Soldadores y Soldadura”.
- NRF-026-PEMEX-2008 “Protección con recubrimientos Anticorrosivos para Tuberías Enterradas y/o sumergidas”.
- NRF-030-PEMEX-2006 “Diseño, Construcción, Inspección y Mantenimiento de Ductos terrestres para Transporte y Recolección de Hidrocarburos”.
- NFR-47-PEMEX-2007 “Diseño, instalación y mantenimiento de los sistemas de protección catódica”.





- NFR-53-PEMEX-2006 “Sistemas de Protección Anticorrosiva A Base de Recubrimientos para Instalaciones Superficiales”.
- Regulación técnica específica sobre instalaciones, como la norma oficial mexicana NOM-027-SESH-2010, Administración de la integridad de ductos de recolección y transporte de hidrocarburos.

❖ **Ordenamientos aplicables inherentes al sector energético.**

***Programa Sectorial de Energía 2007-2012.***

El Programa Sectorial de Energía 2007-2012 fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 21 de febrero de 2008; en él se establece como objetivo el fomentar el aprovechamiento de fuentes renovables de energía y biocombustibles técnica, económica, ambiental y socialmente viables.

El sector energético se considera un elemento fundamental para el desarrollo del país al contribuir en un mayor bienestar de la población, a la realización de las actividades productivas, al crecimiento económico y a la competitividad del país en el escenario internacional. En este sentido el Proyecto se constituye como un elemento que se adhiere a dichos postulados, ya que contribuye al desarrollo del país.

Como todos los Programas que se derivan del PND 2007-2012, El Programa Sectorial de Energía 2007-2012 (PSE) fue elaborado con base en los lineamientos planteados por éste y de manera sectorial, establece los compromisos, estrategias y líneas de acción del Gobierno Federal en materia energética.

En el rubro ambiental, la utilización de gas natural como insumo para los procesos de transformación, contribuye a mejorar la calidad del aire, a la conservación de los recursos naturales y a la reducción de Gases de efecto Invernadero (GEI), cuya contribución repercute a nivel Global en el cambio climático, lo anterior si se consideran y comparan los efectos por la utilización de otros hidrocarburos fósiles como el Petróleo y el Carbón.

En el PSE se plantean objetivos que involucran dos variables relativas a los energéticos en el país, por un lado se detallan los aspectos del petróleo y sus derivados y por otro, los relativos a la electricidad; siendo el primero el que resulta definitorio para la viabilidad del Proyecto y en consecuencia se puntualizan los términos que delimitan el potencial para el mismo.

El PSE define que la política a seguir pretende asegurar el suministro de los energéticos necesarios para el desarrollo del país promoviendo el uso racional de la energía y la diversificación de las fuentes primarias, además de mitigar el impacto ambiental.

Los planteamientos que respaldan la visión anterior y que requiere reconocer la contribución del gas natural como energético para el desarrollo nacional, se traducen en los siguientes objetivos y estrategias, mismos que compatibilizan con la vocación del Proyecto:

**I Sector Hidrocarburos**

**Objetivo I.1.**

**Garantizar la seguridad energética del país en materia de hidrocarburos.**

Los hidrocarburos representan un sector estratégico en la economía, debido a su importancia como insumo en la mayoría de los procesos productivos, así como por ser una fuente importante de ingresos públicos y divisas para el país.



En la medida que se logre generar una mayor sinergia dentro de este sector, las inversiones y recursos destinados a infraestructura y capital humano, permitirán contribuir, de manera significativa, a alcanzar las metas en materia de crecimiento económico planteadas por el Gobierno Federal en el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012, así como a mejorar la regulación del sector público.

Los indicadores que permiten visualizar el cumplimiento de este Objetivo se aprecian en la Tabla siguiente:

<b>Indicadores del Objetivo I.1.</b>				
<b>Nombre del indicador</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Línea Base (2006)</b>	<b>Meta 2012* Base</b>	<b>Meta 2012** Sobresaliente</b>
Tasa de restitución de reservas probadas (1P)	Porcentaje	41	51	100
Aprovechamiento de gas natural	Porcentaje de extracción de gas natural	95	97	98
Importación de gasolina 1/	Porcentaje de importación del consumo total	38	40	40
Días de autonomía en terminales de almacenamiento críticas: a) Gasolinas b) Diesel	Días de consumo	a) 2.1. b) 2.8	a) 4.0. b) 4.0	a) 4.0. b) 4.0

1/ En la importación de gasolina se considera el retorno de procesamiento de crudo en el exterior (maquila)

\* Corresponde al escenario Base del Programa Nacional de Infraestructura 2007-2012, el cual supone que la actividad exploratoria se mantiene

en un nivel de actividad mínimo indispensable durante los primeros años, aumentando gradualmente a partir del 2013. No se considera actividad exploratoria en aguas profundas en este periodo.

\*\* Corresponde al escenario sobresaliente del Programa Nacional de Infraestructura 2007-2012, el cual supone que se realizan cambios al marco normativo que permiten detonar importantes niveles de inversión.

### **Objetivo I.3**

#### **Elevar la exploración, producción y transformación de hidrocarburos de manera sustentable.**

Fomentar el desarrollo de la infraestructura necesaria para la producción, transporte, almacenamiento y distribución de crudo, gas natural, petrolíferos y petroquímicos.

Las inversiones asociadas al desarrollo de la infraestructura en materia de hidrocarburos permitirán **detonar polos de desarrollo económico y completar cadenas productivas**, que serán motor del crecimiento económico y de generación de empleos. Asimismo, el impulso a la creación de infraestructura en el territorio nacional ayudará, de manera significativa, a mejorar la competitividad de nuestro país.

En la tabla siguiente, se aprecian los indicadores que permiten visualizar el cumplimiento de este Objetivo:



Indicadores del Objetivo I.3.				
Nombre del indicador	Unidad de medida	Línea Base (2006)	Meta 2012* Base	Meta 2012** Sobresaliente
Producción de petróleo crudo	Millones de barriles diarios	3.3	Mayor a 2.5	3.2
Producción de gas natural	Miles de millones de pies cúbicos diarios	5.4	5.0	7.0

Notas:

\* Corresponde al escenario Base del Programa Nacional de Infraestructura 2007-2012, el cual supone que la actividad exploratoria se mantiene en un nivel de actividad mínimo indispensable durante los primeros años, aumentando gradualmente a partir del 2013. No se considera actividad exploratoria en aguas profundas en este periodo.

\*\* Corresponde al escenario sobresaliente del Programa Nacional de Infraestructura 2007-2012, el cual supone que se realizan cambios al marco normativo que permiten detonar importantes niveles de inversión.

**Estrategia I.3.5.-** Fomentar la participación de la inversión complementaria en los proyectos de infraestructura energética para el transporte, almacenamiento y distribución de gas natural, con base en el marco jurídico y los análisis de rentabilidad de los proyectos.

Líneas de acción.

- Impulsar el desarrollo de la infraestructura de procesamiento de gas natural para tener capacidad suficiente para aprovechar, de manera rentable, la producción del gas asociado y no asociado, así como sus productos.
- Construir nuevas estaciones de compresión y gasoductos, a través de los esquemas de inversión establecidos en el marco legal, para dar respaldo operativo y flexibilidad al Sistema Nacional de Gasoductos.
- Fomentar la instalación de sistemas de transporte de gas natural, por parte de particulares, para suministrar el hidrocarburo a nuevas zonas consumidoras en las principales ciudades y polos industriales del país, así como en las áreas con mayor saturación en sus sistemas de ductos, a través de nuevos esquemas de desarrollo.
- Impulsar la instalación de almacenamiento subterráneo de gas natural que permita dar flexibilidad a los sistemas de transporte y optimizar las condiciones de suministro.

## IV. Medio Ambiente y Cambio Climático

### Objetivo IV.1

#### Mitigar el incremento en las emisiones de Gases Efecto Invernadero.

El sector energético es responsable de una parte importante del crecimiento económico y también de gran parte de la emisión de los gases de efecto invernadero (GEI) que ocasionan el cambio climático. Por ello, es indispensable llevar a cabo acciones que desacoplen el crecimiento económico de la generación de GEI, mediante procesos de producción y patrones en el uso de la energía más eficientes, así como menos dependientes de los combustibles fósiles.



**Estrategia IV.1.1.-** Reducir las emisiones de GEI a la atmósfera, mediante patrones de generación y consumo de energía cada vez más eficientes y que dependan menos de la quema de combustibles fósiles.

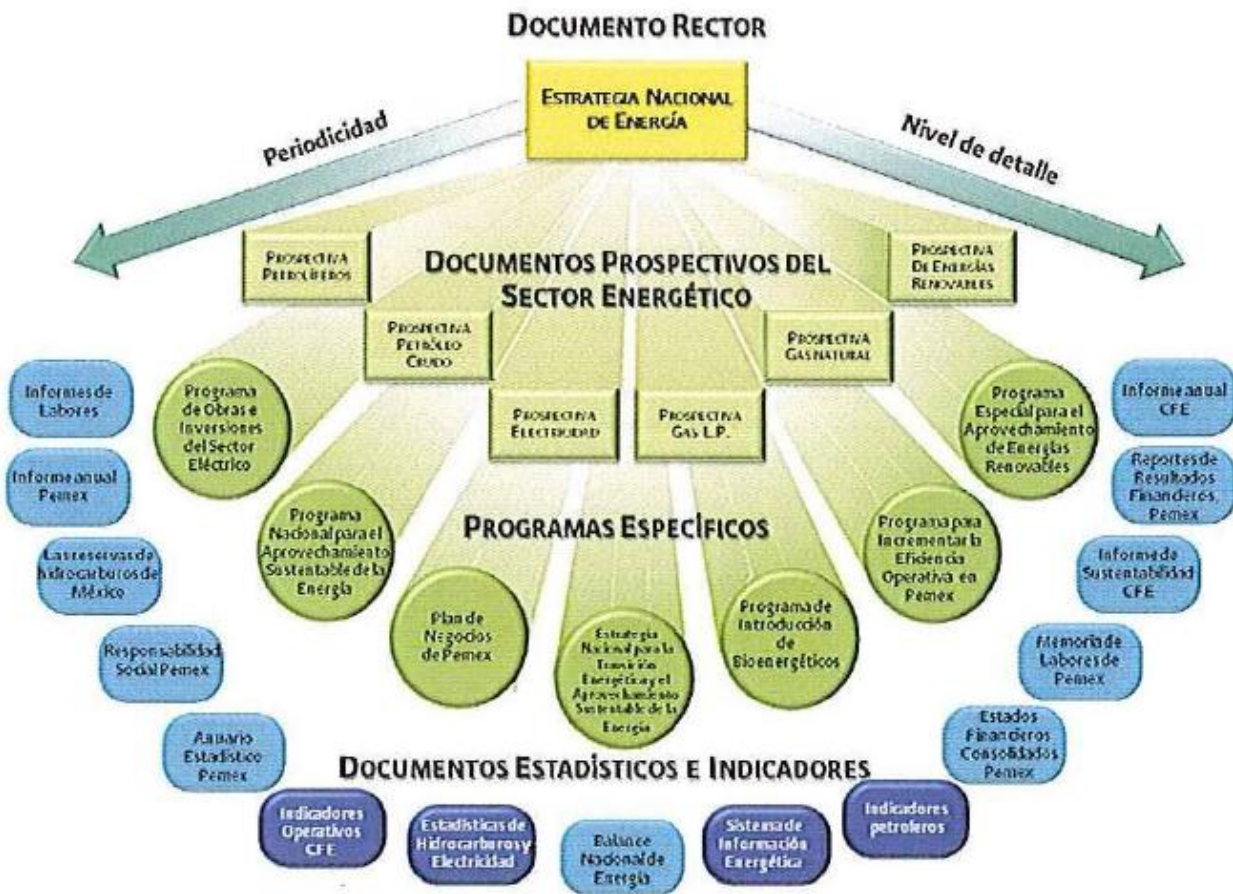
Líneas de acción.

- Promover la utilización de combustibles que dañen en menor medida al medio ambiente y la salud pública, en la industria, el sector público, el transporte y el sector doméstico.

**Estrategia Nacional de Energía 2011-2025.**

La Estrategia Nacional de Energía 2011-2025 fue enviada el 25 de febrero de 2011 al H. Congreso de la Unión para su ratificación.

En 2010 se presentó por primera ocasión la Estrategia Nacional de Energía (ENE) como parte de la Reforma Energética aprobada en 20081, y que cada año se tiene que presentar en un marco de transparencia y certidumbre para la toma de decisiones que se requiere. En la **Figura III.12.**, se destacan los estudios Prospectivos de los diversos subsectores considerados en la ENE, lo que refuerza la postura del análisis integral que conlleva.



**Figura III.12. Sistema Integral de Planeación que se presenta en la Estrategia Nacional de Energía 2011-2025.**





La ENE se estructura bajo tres Ejes Rectores a través de los cuales establece objetivos, líneas de acción y metas de largo plazo.

Los ejes rectores que configuran a la ENE son los siguientes:

1. **Seguridad Energética.** Se entiende como la satisfacción de las necesidades energéticas básicas de la población presente y futura, al tiempo que diversifica la disponibilidad y uso de energéticos, asegurando la infraestructura para un suministro suficiente, de alta calidad y a precios competitivos de los mismos.
2. **Eficiencia Económica y Productiva.** Se entiende como la posibilidad de que el sector sea capaz de proveer la energía demandada por el país al menor costo posible, mediante una oferta suficiente, continua, de alta calidad y a precios competitivos, aprovechando de manera eficiente los recursos energéticos del país.
3. **Sustentabilidad Ambiental.** Se entiende como la reducción progresiva de los impactos ambientales asociados a la producción y consumo de energía, haciendo uso racional del recurso hídrico y de suelos en el sector energético y realizando acciones para remediar y evitar los impactos ambientales en zonas afectadas por las actividades relacionadas con la producción y consumo de energéticos.

El Proyecto compatibiliza con los preceptos de los tres ejes rectores ya que sus propiedades garantizan la disponibilidad de energía a mediano y largo plazo en un marco que permite el pleno desarrollo de las actividades que se desarrollan en las Plantas Industriales y con la incidencia de reducir sustancialmente las emisiones contaminantes al ambiente por la sustitución de su fuente energética a gas natural.

Los objetivos planteados en la ENE son los siguientes:

1. Restituir reservas, revertir la declinación de la producción de crudo y mantener la producción de gas natural.
2. Diversificar las fuentes de energía, incrementando la participación de tecnologías limpias.
3. Incrementar los niveles de eficiencia en el consumo de energía.
4. **Reducir el impacto ambiental del sector energético.**
5. **Operar de forma eficiente, confiable y segura la infraestructura energética.**
6. **Ejecutar oportunamente las inversiones necesarias en capacidad de procesamiento para reducir el costo de suministro de energéticos.**
7. **Fortalecer la red de transporte, almacenamiento y distribución de gas y petrolíferos.**
8. Proveer de energéticos de calidad y a precios competitivos a los centros de población marginados del país.

A continuación se presentan las líneas de acción definidas en esta ENE y que resultan conciliatorias con la fundamentación del Proyecto y que de manera enunciativa coinciden con los objetivos 4, 5, 6 y 7 que a continuación se desglosan.

#### **Objetivo 4: Reducir el impacto ambiental del sector energético**

##### **Líneas de acción:**

#### **4.2. Reducir impactos ambiental de emisiones de contaminantes, uso de recursos naturales u disposición de residuos.**



#### 4.3. Incrementar y mantener el aprovechamiento de gas.

##### **Objetivo 5: Operar de forma eficiente, confiable y segura la infraestructura energética.**

###### **Sublíneas de acción:**

- Instrumentar estándares homogéneos de operación de ductos de acuerdo con las mejores prácticas;
- Continuar con el desarrollo de proyectos de inversión en infraestructura y mantenimiento adoptando las mejores prácticas.

##### **Objetivo 6: Ejecutar oportunamente las inversiones necesarias en capacidad de procesamiento para reducir el costo de suministro de energéticos.**

###### **Líneas de acción:**

#### **6.3. Aprovechar mercados internacionales de materias primas y energéticos para optimizar el sistema de producción, y capturar oportunidades comerciales.**

###### **Sublíneas de acción:**

- Desarrollar puntos adicionales de interconexión para gas natural, gas LP y electricidad;

##### **Objetivo 7: Fortalecer la red de transporte, almacenamiento y distribución de gas y petrolíferos.**

#### **7.1. Fortalecer la infraestructura de transporte de gas natural y gas LP.**

###### **Sublíneas de acción:**

- Continuar con el proceso de separación de la venta de primera mano del gas natural de los servicios de transporte que presta Petróleos Mexicanos a fin de garantizar la reserva de capacidad en los gasoductos nuevos y existentes;
- Concluir el proceso de acceso abierto en el Sistema Nacional de Gasoductos, y

#### **7.2. Desarrollar la infraestructura de almacenamiento y distribución de gas natural y gas LP para fortalecer el suministro y mitigar la volatilidad de precios.**

###### **Sublíneas de acción:**

- Reconocer el valor del almacenamiento para la seguridad energética y reflejarlo, de manera gradual, en las tarifas de gas natural, e
- Instrumentar el **acceso abierto en infraestructura de almacenamiento de gas natural y gas LP.**



**7.3. Promover el desarrollo de nueva infraestructura de transporte, almacenamiento y distribución de gas natural con base en la viabilidad económica y el beneficio social.**

**Sublíneas de acción:**

- Desarrollar metodologías que permitan al Fondo Nacional de Infraestructura apoyar el desarrollo del transporte y la distribución de gas natural para el fomento de polos de desarrollo industrial;
- Impulsar la creación de esquemas financieros para el desarrollo de infraestructura;
- Valorar alternativas, instrumentables dentro del marco regulatorio, que propicien que las zonas geográficas que ya cuentan con el servicio puedan incrementar el conjunto de usuarios,

**7.4. Contar con un sistema de transporte, distribución y almacenamiento de energéticos eficiente y flexible para asegurar el suministro al menor costo posible.**

**Sublíneas de acción:**

Promover la inversión eficiente en infraestructura de transporte, almacenamiento y distribución de energéticos, Como parte del ejercicio de planeación para el largo plazo, la Estrategia Nacional de Energía define una serie de metas asociadas a cada uno de los Ejes Rectores, entre los Indicadores para soportar la Sustentabilidad Ambiental se menciona el Aprovechamiento de gas natural, por lo que se puede afirmar que el Proyecto contribuye en la aportación de la sustentabilidad nacional en materia ambiental.

***Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2007-2012.***

El Programa de Medio Ambiente fue publicado en el DOF el 21 de enero de 2008. Los objetivos, estrategias y metas de este Programa, se inscriben en el Objetivo Nacional 8 del PND, que es “Asegurar la sustentabilidad ambiental mediante la participación responsable de los mexicanos en el cuidado, la protección, la preservación y el aprovechamiento racional de la riqueza natural del país, logrando así afianzar el desarrollo económico y social sin comprometer el patrimonio natural y la calidad de vida de las generaciones futuras”.

El Programa dedica una sección específica a la transversalidad de las políticas públicas para el desarrollo sustentable e integración territorial, en la cual se reconoce que todas las acciones de gobierno deben “diseñarse e implementarse tomando en cuenta la relación intrínseca entre los factores de cuidado del medio ambiente y el aprovechamiento sustentable de los recursos, los económicos y los sociales”

En el Programa Sectorial del Medio Ambiente se abordan varios temas de carácter preventivo para el mejoramiento ambiental, como el de la Prevención y Control de la Contaminación y el de la Participación Ciudadana y Transparencia.

En el tema de Participación Ciudadana y Transparencia, se formula el Objetivo sectorial 9 para establecer una participación incluyente, equitativa, diferenciada, corresponsable y efectiva de todos los sectores de la sociedad, y en todos los órdenes de gobierno, en la formulación de políticas y la adopción de compromisos conjuntos que contribuyan al desarrollo sustentable de nuestro país; La Estrategia 1.



Derechos humanos y medio ambiente propone entre otras la siguiente línea de acción que resulta compatible con la naturaleza del Proyecto:

- Conjuntar esfuerzos con la sociedad civil para fomentar acciones que favorezcan el derecho de los seres humanos a vivir en un medio ambiente sano.

***Programa Nacional de Infraestructura 2007-2012.***

El Programa Nacional de Infraestructura 2007-2012 establece los objetivos, las metas y las acciones que serán impulsadas por el gobierno federal para aumentar la cobertura, calidad y competitividad en la infraestructura para el desarrollo nacional, por lo que define acciones con una visión integral y de largo plazo.

Entre las metas por lograr al 2012, se consideran en materia de Hidrocarburos y Gas los siguientes:

- Mantener la producción de gas natural en alrededor de 5 mil millones de pies cúbicos diarios.
- Aumentar la capacidad de procesamiento y transporte de gas natural.
- Terminal de almacenamiento y regasificación de gas natural licuado. Adquisición, por parte de CFE, de los servicios de almacenamiento y regasificación de gas natural licuado y entrega de gas natural de 500 mmpcd.

**CONCLUSIONES.**

La construcción del gasoducto, objeto del presente estudio, no vulnera las disposiciones definidas en los Instrumentos de Planeación vigente, por lo que resulta factible su implementación al considerar que los usos colindantes resultan compatibles por representar actividades agropecuarias que no generan concentraciones humanas ni atraen instalaciones de vivienda, comercios o servicios.

El Proyecto se ajusta a todos y cada uno de los ordenamientos mencionados; su realización no se contrapone a las disposiciones jurídicas, ni mucho menos a las disposiciones del uso de suelo decretadas por el estado de Morelos, así como en los municipios en el que queda inserto el proyecto; por lo que se considera que la realización del proyecto es viable.

Por otra parte, cabe destacar que el predio donde se desarrolla el proyecto, no se encuentra dentro de ningún Área Natural Protegida de carácter federal, estatal y/o municipal. Asimismo, el proyecto fue elaborado de acuerdo con las políticas de protección del medio ambiente afectando de manera mínima los recursos naturales y, cumpliendo con la distribución de gas natural, para uso de un combustible limpio; lo cual conlleva a la generación de empleos temporales y permanentes en sus diferentes etapas, apoyando al desarrollo económico de la población en la región.

Finalmente, es imperante resaltar que el desarrollo del contenido del presente capítulo, servirá de base para la presentación de medidas de prevención, mitigación y/o compensación de los impactos identificados durante las etapas de Preparación del Sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento.





#### IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.

##### *IV.1 Delimitación del área de estudio*

El área donde se ubicará el proyecto, se encuentra delimitada principalmente por el Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Volcán Popocatepetl y su Zona de Influencia, en el cual se delimitaron un total de 62 Unidades de Gestión Ambiental (UGA's) (**Ver Figura IV.1.1.3.4**) identificadas dentro de la zona de influencia del volcán, en el cual, cada una tiene asignada una política ecológica, un uso del suelo predominante, usos del suelo compatibles, condicionados e incompatibles, y se complementan con las Tablas de Criterios Ecológicos, en las que se establecen los requisitos, normas y modalidades que deberá tener cada uso de suelo propuesto, los cuales deberán considerarse al implementar los programas y acciones para la instrumentación y el seguimiento del Programa de Ordenamiento Ecológico. Así mismo, dentro del presente proyecto se contará con las políticas y criterios ecológicos de los Programas de Ordenamiento Territorial de los municipios de Cuautla y Cuernavaca, Morelos, los cuales también establecen las Unidades de Gestión Ambiental (UGA's), que estarán vinculadas directamente con cada una de las actividades del proyecto.

Aunado a lo anterior, el área donde se ubicará el derecho de vía del Gasoducto principal, estará delimitado por las regiones prioritarias identificadas por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), y las actividades del mismo se apegarán con estricto orden a lo establecido para cada una de las regiones prioritarias; más adelante se describe la influencia del derecho de vía dentro de regiones prioritaria identificadas por la CONABIO.

##### *IV.1.1 Delimitación del Sistema Ambiental.*

El presente proyecto dará suministro del energético (combustible – gas natural) a las empresas SAINT GOBAIN, CONTINENTAL, INGENIO, BURLINGTON, BUKMAN, NISSAN, DR. REDDYS, UQUIFA, BAXTER, UNILEVER, IMSS, GRUPAK y BRIDGESTONE, con lo cual podrán solventar sus necesidades energéticas y permitirá la actualización de sus procesos que repercutirá como principal beneficio, en la disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero por la utilización de un combustible más amigable con el ambiente.

Desde otro punto de vista, el gasoducto principal de Acero al Carbón y sus ramales para distribución en Polietileno son tan solo la línea de conducción del energético y únicamente tendrá interacción en las interconexiones con las empresas antes mencionadas y con el gasoducto principal de 30"Φ propiedad de la empresa ELEC NOR, sin embargo, como planes de crecimiento a futuro se tiene contemplado la interconexión con más empresas de la región, principalmente en los parques Industriales CIVAC y Cuautla.

Aunado a lo anterior y en base a la información recopilada durante los trabajos de campo, para realizar y establecer la delimitación del Sistema Ambiental del presente proyecto, se tomaron en cuenta tres conceptos:

1. **Área del Proyecto:** Se estableció considerando el ancho de la trinchera (0,5 m) donde quedará alojado el gasoducto, más el ancho de la superficie considerada para la realización de la obra civil del proyecto (movimiento de maquinaria y equipo de trabajo), de 5 m; ambos datos multiplicados por la longitud total de 83,58 Km, dan como resultado el área total del sistema de transporte de gas natural.



2. **Área de Riesgo.** Es la superficie que puede verse afectada fuera de los límites de la obra civil, tomando en cuenta la etapa de operación del proyecto y los radios máximos de afectación para la Zona de Alto Riesgo (ZAR) obtenidos del Estudio de Riesgo Ambiental. (Ver Figuras IV.1.1.2.1 y IV.1.1.2.2)
3. **Área de Amortiguamiento e Influencia del Proyecto:** Es la interacción con el ambiente circundante (componentes abióticos, bióticos y sociales), y se estableció de acuerdo a los resultados obtenidos en el Estudio de Riesgo Ambiental para la Zona de Amortiguamiento (ZA). (Ver Figuras IV.1.1.3.1 y IV.1.1.3.2)

De acuerdo a lo anterior, el área de influencia del presente proyecto misma que delimitará al sistema ambiental, se obtiene con la siguiente fórmula:

$$SA = AP + AR + AAI$$

**Donde:**

SA → Sistema Ambiental,  
AP → Área del Proyecto,  
AR → Área de Riesgo,  
AAIP → Área de Amortiguamiento e Influencia del Proyecto.

#### IV.1.1.1 Área del Proyecto.

El área del proyecto es la superficie donde quedará alojado el gasoducto principal (40 290 m<sup>2</sup>) para dar suministro a los socios principales de Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V., misma que estará conformada por los 80,58 Km de longitud total considerados desde la salida de la City Gate Morelos, hasta la ciudad de Cuernavaca, y tomando en consideración una distancia de 0,5 m que conformarán el ancho de la trinchera donde quedará alojado el gasoducto, lo cual resulta como superficie total de 40 290 m<sup>2</sup>, misma que es considerada para determinar el área total de impactos permanentes. Adicionalmente, se considera un ancho de 5 m a lo largo del tendido del gasoducto para la realización de maniobras de maquinaria pesada (apertura de la zanja) durante la obra civil del proyecto, lo cual resulta en 402 900 m<sup>2</sup>, como área superficial donde se generarán los impactos temporales, debido a que dicha área solo será impactada en el tiempo que dure la etapa de construcción del proyecto que es de aproximadamente 333 días (Ver Anexo 4. Programa General de Trabajo).

Aunado a lo anterior, dentro del área del proyecto se consideran los 27,71 m<sup>2</sup> que será el área total a impactar por la construcción y operación de la City Gate Morelos; lo cual, resulta como superficie total del proyecto 402 927,71 m<sup>2</sup> (Ver Tabla IV.1.1.1.1)

**Tabla IV.1.1.1.1** Área total a impactar por la construcción y operación de la City Gate Morelos.

Superficie a considerar para:	Distancias (m)		Área (m <sup>2</sup> )
	Longitud	Ancho	
Apertura de la zanja	80 580	0,5 m	40 290
Movimiento de maquinaria	80 580	5 m	402 900
City Gate Morelos	8,77	3,16	27,71
<b>*Área Total del Proyecto:</b>			<b>402 927,71</b>



- \* Para determinar el valor total del área del proyecto, se tomaron en cuenta solo las áreas a impactar por la instalación de la City Gate y por el movimiento de maquinaria, ya que dentro de ésta última se tiene considerado el área a impactar por la apertura de la zanja.

#### **IV.1.1.2 Área de Riesgo.**

Se considera a la franja de afectación perpendicular a la línea principal del gasoducto de transporte del energético, desde la salida de la City Gate Morelos hasta las ERM de cada uno de los socios de Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V., donde los impactos a generar estarán determinados por los valores obtenidos en el Estudio de Riesgo Ambiental para la Zona de Alto Riesgo, mismos que varían de acuerdo a los diámetros variables que conforman el gasoducto principal de transporte de Acero al carbón y sus ramales de Polietileno, donde los impactos generales a considerar, estarán determinados principalmente por las instalaciones de riesgo, tales como: gasolineras, estaciones de gas carburación y empresas químicas, principalmente, así mismo, los impactos a considerar dentro del área de riesgo, serán las afectaciones a la población y a las modificaciones a realizar en el ecosistema presente dentro de dicha área, ya que durante los recorridos en campo por la zona de influencia del proyecto, se logró observar la presencia de campos agrícolas y zonas urbanas, principalmente, para lo cual y de acuerdo al diseño ejecutivo del proyecto se cuenta con medidas de seguridad y procedimientos de construcción para la mitigación de impactos a ocasionar por la instalación del gasoducto.

El área de riesgo estará determinada por valores obtenidos en el Estudio de Riesgo Ambiental (ERA), para la Zona de Alto Riesgo (ZAR), mismos que van desde los 178 m hasta los 476 m, según el material del gasoducto y el diámetro del mismo, por lo que a continuación se muestra una tabla indicativa de lo anterior (**Ver Tabla IV.1.1.1.2**).

**Tabla IV.1.1.2.1** Área de Riesgo Ambiental de acuerdo al material utilizado en el gasoducto.

<b>Diámetro (Φ)</b>	<b>Material</b>	<b>Longitud (m)</b>	<b>Valor resultante del ERA (m)*</b>	<b>Área de Riesgo (m<sup>2</sup>)</b>
12"	Acero al Carbón	550	476	261 800
10"		11 500	468	5 382 000
8"		37 000	404	14 948 000
6"		10 160	334	3 393 440
4"		8 500	254	2 125 000
3"		400	210	84 000
6"	Polietileno de Alta Densidad	7 600	234	1 778 400
4"		4 879	178	868 462
<b>Total:</b>		<b>80 589</b>	<b>--</b>	<b>28 75 102</b>

\*Diámetros obtenidos en las simulaciones del Estudio de Riesgo Ambiental

El valor total del área de amortiguamiento y de influencia del proyecto es de 28 875 102 m<sup>2</sup> (2 887,51 Hectáreas), considerando la longitud total del tendido del gasoducto y sus ramales de distribución. **Ver Figuras IV.1.1.2.1 y IV.1.1.2.2.**



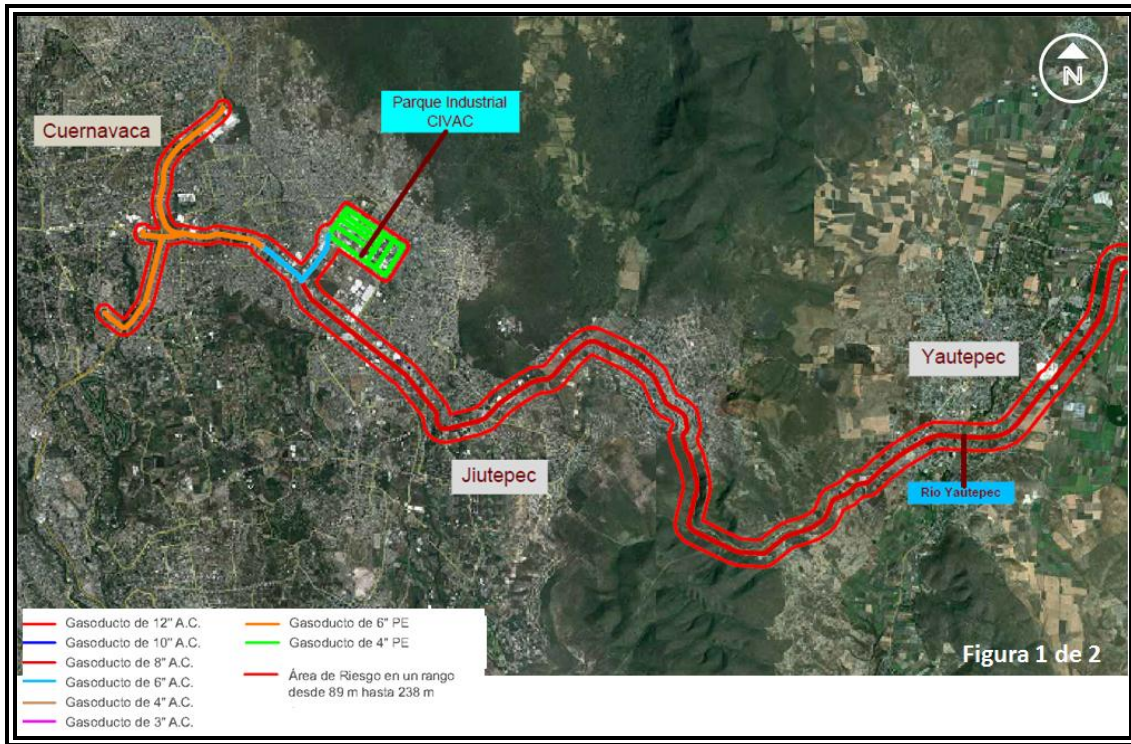


Figura IV.1.1.2.1 Área de Riesgo del proyecto. (Figura 1 de 2)

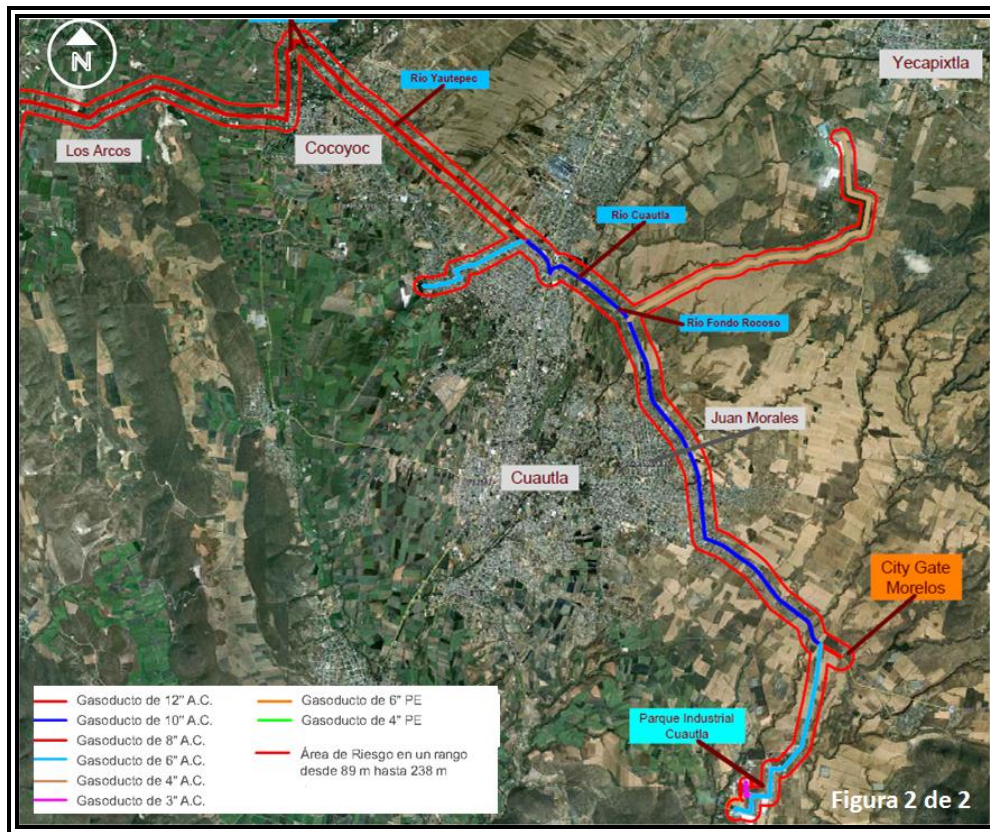


Figura IV.1.1.2.2 Área de Riesgo del proyecto. (Figura 2 de 2)





#### IV.1.1.3 Área de Amortiguamiento y de Influencia del Proyecto.

El área de amortiguamiento y de influencia del proyecto está determinada por la franja de afectación perpendicular al gasoducto de transporte de gas natural, misma que comprende una distancia mayor a la zona de riesgo, debido a que dicha área de amortiguamiento estará delimitada por los valores obtenidos en el Estudio de Riesgo (ERA), para la zona de amortiguamiento en los escenarios planteados a lo largo del tendido del gasoducto.

Los principales impactos a considerar dentro de la zona de influencia del proyecto, estarán relacionados principalmente en la operación del gasoducto, ya que en caso de presentarse una situación de emergencia (fuga de gas natural), causaría impactos directamente a las zonas urbanas y agrícolas presentes en la zona de estudio, por lo que Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, cuenta con las medidas preventivas para la minimización de impactos, así como con procedimientos de construcción para la mitigación de impactos generados en la instalación del gasoducto principal de transporte.

Al igual que la zona de riesgo, el área de amortiguamiento y de influencia del proyecto se determinó con los valores obtenidos en las simulaciones hechas en el Estudio de Riesgo Ambiental (ERA), para la zona de Amortiguamiento (ZA), mismos que van desde los 304 m hasta los 810 m de acuerdo al tipo de material del gasoducto y a los diámetros del mismo. A continuación se muestra una tabla indicando los valores del área de amortiguamiento de acuerdo al tipo de gasoducto (Ver Tabla IV.1.1.4.1).

Tabla IV.1.1.4.1 Área de amortiguamiento e influencia en el proyecto.

Diámetro (Φ)	Material	Longitud (m)	Diámetro resultante del ERA (m)	Área de Amortiguamiento e Influencia (m <sup>2</sup> )
12"	Acero al Carbón	550	810	445 500
10"		11 500	798	9 177 000
8"		37 000	686	25 382 000
6"		10 160	566	5 750 560
4"		8 500	432	3 672 000
3"		400	356	142 400
6"	Polietileno de Alta Densidad	7 600	400	3 040 000
4"		4 879	304	1 483 216
<b>Total:</b>		<b>80 589</b>	--	<b>49 092 676</b>

El valor total del área de amortiguamiento y de influencia del proyecto es de 49 092 676 m<sup>2</sup> (4 909,26 Hectáreas), considerando la longitud total del tendido del gasoducto y sus ramales de distribución. Ver Figuras IV.1.1.3.1 y IV.1.1.3.2

Cabe mencionar que el área de amortiguamiento y de influencia del proyecto, es la zona que comprende la extensión mayor en comparación con el área del proyecto y el área de riesgo, en la cual existe la posibilidad de que los impactos se generen en forma indirecta, produciéndose afectación de manera temporal sobre los diferentes componentes físicos, bióticos, abióticos y sociales principalmente, durante la preparación del sitio y construcción, así como permanentes durante la operación del sistema de transporte de gas natural hacia los asociados.

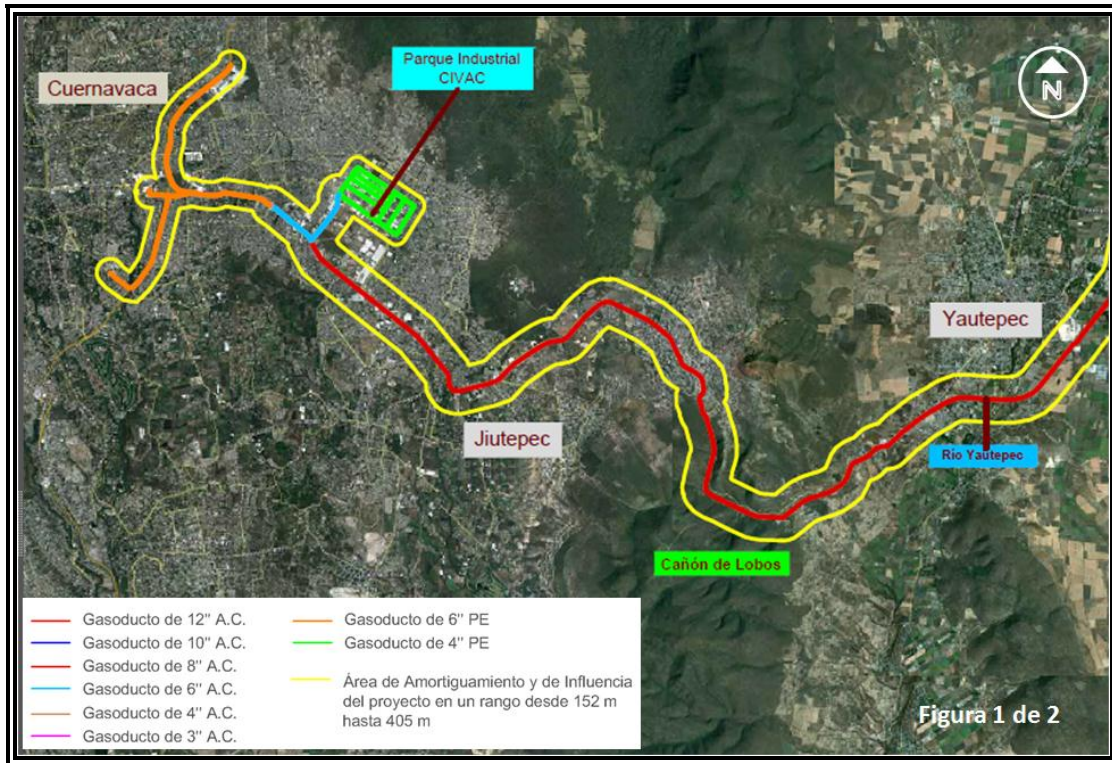


Figura IV.1.1.3.1 Área de Amortiguamiento y de Influencia del Proyecto (Figura 1 de 2)

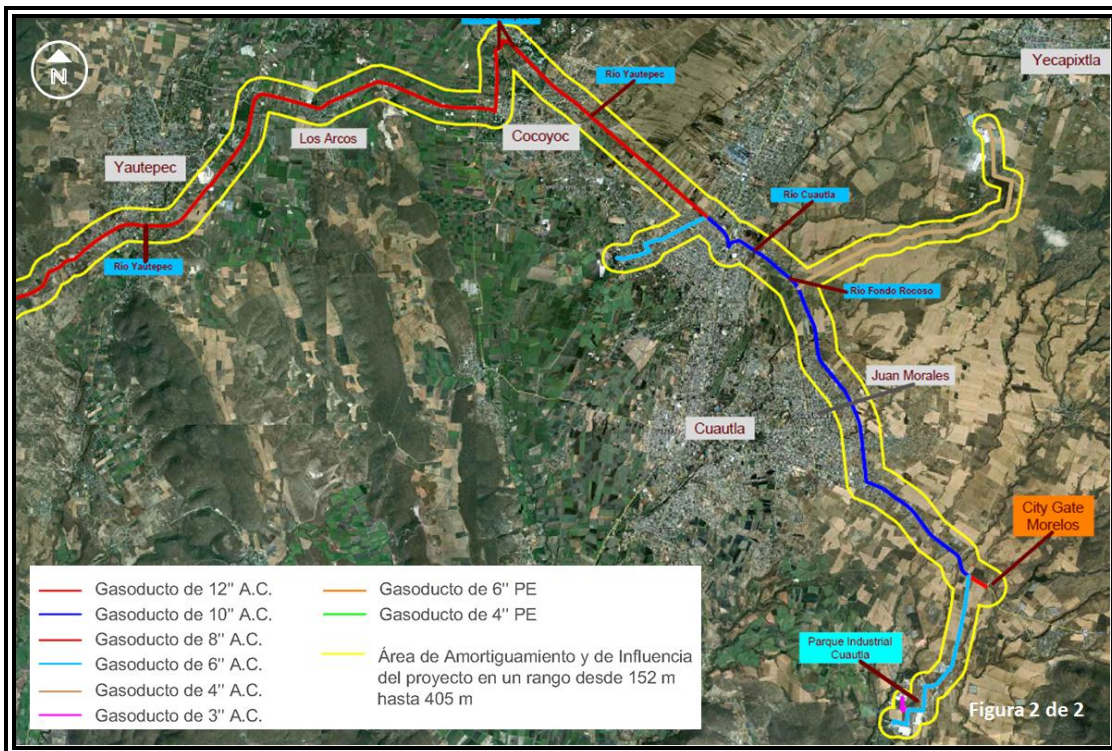


Figura IV.1.1.3.2 Área de Amortiguamiento y de Influencia del Proyecto (Figura 2 de 2)





Aunado a lo anterior, para la determinación del área de influencia del proyecto se tomaron en cuenta los siguientes aspectos:

- a) Ordenamientos ecológicos,
- b) Uso de suelo y vegetación,
- c) Topografía y topoformas,
- d) Tipo de Suelo,
- e) Hidrología,
- f) Actividad socioeconómica en el entorno del proyecto.

### ***Ordenamientos Ecológicos aplicables al proyecto.***

#### ***❖ Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Volcán Popocatepetl y su Zona de Influencia.***

De acuerdo al Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Volcán Popocatepetl y su Zona de Influencia, el proyecto se encuentra dentro de la UGA 46 (**Ver Figura IV.1.1.3.3**) cuya política de Aprovechamiento sustentable, donde el uso de suelo es compatible con Infraestructura, por lo cual, la construcción e instalación del gasoducto para el transporte de gas natural no va en contra a lo establecido en dicha UGA, sin embargo, como parte de la responsabilidad ambiental del promovente del proyecto, durante la realización de trabajos en cada una de las etapas del proyecto, se apegarán con estricto orden a los criterios ecológicos establecidos en la UGA 46 del presente Programa de Ordenamiento Ecológico (para más detalle, Ver Capítulo III).

La UGA 46 tiene una extensión territorial de 203,5 Hectáreas, sin embargo solo un tramo del gasoducto de 10"Φ de aproximadamente 2 768,92 m de longitud, atraviesa por dicha UGA localizada dentro del municipio de Yecapixtla, en específico por la localidad urbana de Juan Morales (**Ver Figura IV.1.1.3.4**). Cabe mencionar que el ecosistema presente en el área de influencia del gasoducto de 10"Φ el cual atraviesa la UGA 46, presenta modificaciones debido a las actividades antropogénicas de la región, ya que al momento de realizar los recorridos en campo por el área de influencia del proyecto, se observaron trabajos de ampliación y construcción de asentamientos humanos (**Ver Fotos IV.1.1.3.1 y IV.1.1.3.2**), lo cual representa impactos directos al suelo presente en el derecho de vía de la carretera Federal No. 160, que es donde se instalará el gasoducto principal de transporte; por lo anterior y considerando que el uso de suelo para infraestructura es compatible con la política de la UGA 46, se concluye que la instalación del gasoducto de 10"Φ para el transporte de gas natural a los asociados de Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V., es ambientalmente viable y no se contrapone a los lineamientos de uso de suelo y criterios ecológicos establecidos por el Programa de Ordenamiento Ecológico del Volcán Popocatepetl y su Zona de Influencia.

**Fuente: Modelo de ordenamiento ecológico y por riesgo eruptivo del Territorio del volcán  
Popocatepetl y su zona de influencia.  
Diciembre del 2009**

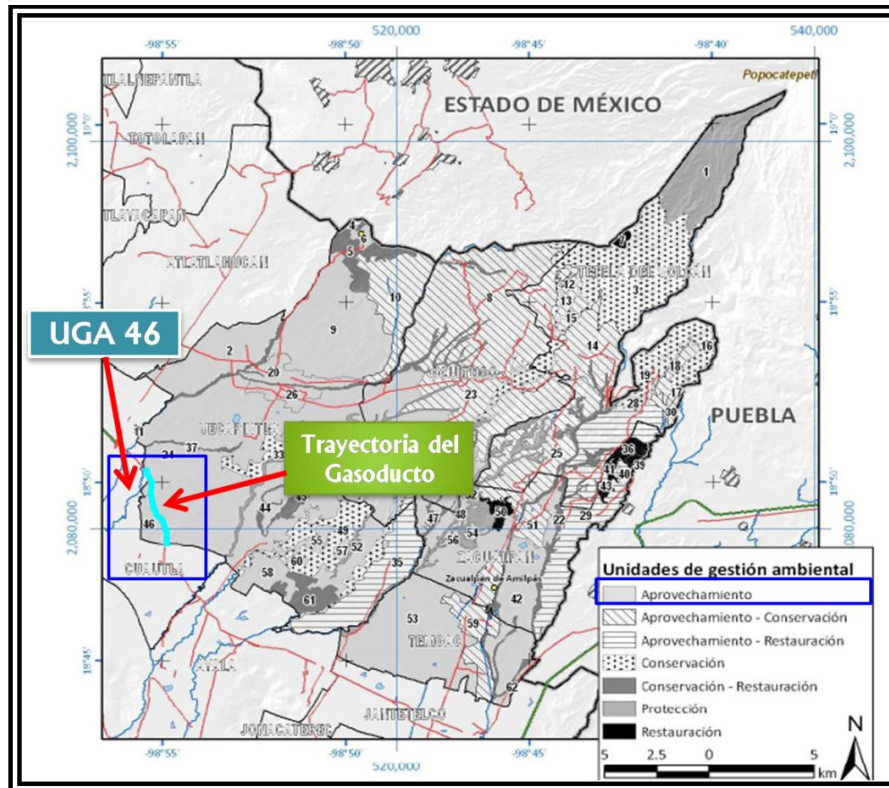


Figura IV.1.1.3.4 Croquis de ubicación de la UGA No. 46, indicando la trayectoria del Gasoducto principal.

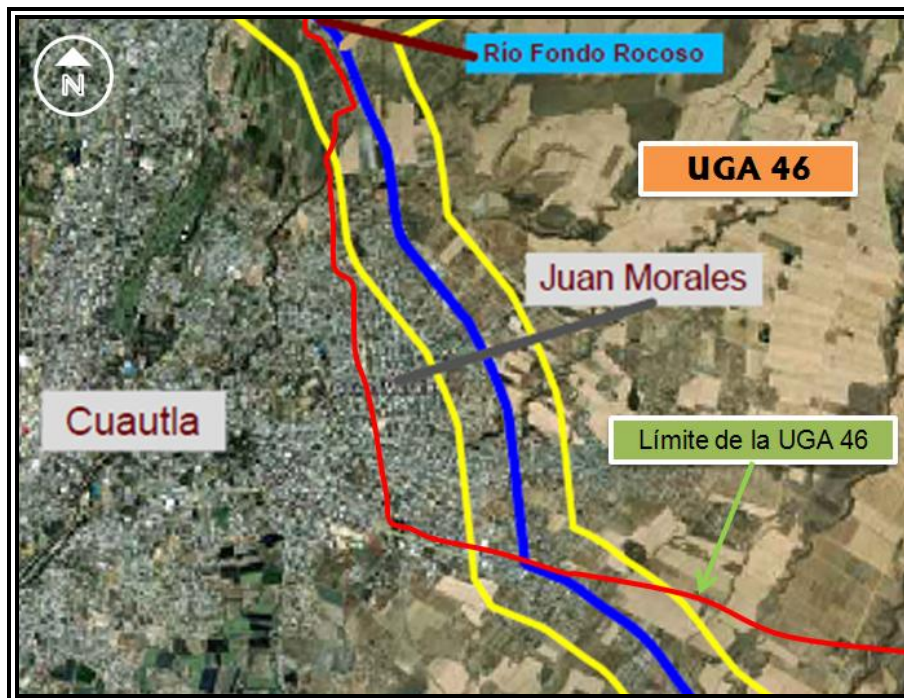


Figura IV.1.1.3.4 Trayectoria del gasoducto principal (línea azul), y el área de influencia del mismo, en el cruce con la UGA 46.





❖ *Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Municipio de Cuautla, Morelos.*

De acuerdo al Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Municipio de Cuautla, Morelos, la trayectoria del gasoducto principal de transporte cruzará por un total de 10 UGA's (Ver **Figura IV.1.1.3.5**), donde las políticas predominantes son las de Aprovechamiento y Restauración, por lo que las actividades a realizar para la construcción e instalación del gasoducto principal de transporte, serán con estricto apego a los criterios ecológicos establecidos para cada una de las UGA's (para más detalle Ver Capítulo III), con el objeto caracterizar ambientalmente al proyecto con los criterios y usos de suelo permitidos en el área correspondiente a cada Unidad de Gestión Ambiental, por lo que a continuación se indican las UGA's que tendrán influencia sobre el proyecto.

**Tabla IV.1.1.3.1** Unidad de Gestión Ambiental No. 16.

Política	Superficie (Has)	Usos de Suelo		
		Predominante	Compatible	Condicionado
Aprovechamiento	743	Agricultura (temporal)	Agricultura (temporal), Asentamientos humanos, Infraestructura y Equipamiento.	Agricultura, Asentamientos humanos, Cultural, Infraestructura y Equipamiento.

**Tabla IV.1.1.3.2** Unidad de Gestión Ambiental No. 17.

Política	Superficie (Has)	Usos de Suelo		
		Predominante	Compatible	Condicionado
Aprovechamiento y Restauración	1 815	Asentamientos humanos	Asentamientos humanos, Infraestructura y Equipamiento, Turismo.	Asentamientos humanos, Cultural, Infraestructura y equipamiento, Turismo

**Tabla IV.1.1.3.3** Unidad de Gestión Ambiental No. 21.

Política	Superficie (Has)	Usos de Suelo		
		Predominante	Compatible	Condicionado
Restauración	28,6	Flora y Fauna	Flora y Fauna	Flora y Fauna, Forestal.



**Tabla IV.1.1.3.4** Unidad de Gestión Ambiental No. 22.

Política	Superficie (Has)	Usos de Suelo		
		Predominante	Compatible	Condicionado
Aprovechamiento	183	Agricultura (riego)	Agricultura, Cultural.	Agricultura, Asentamientos humanos, Cultural, Turismo (sustentable)

**Tabla IV.1.1.3.5** Unidad de Gestión Ambiental No. 23.

Política	Superficie (Has)	Usos de Suelo		
		Predominante	Compatible	Condicionado
Aprovechamiento	75,5	Agricultura	Agricultura, Infraestructura y Equipamiento, Forestal.	Agricultura, Asentamientos humanos, Infraestructura y Equipamiento.

**Tabla IV.1.1.3.6** Unidad de Gestión Ambiental No. 27.

Política	Superficie (Has)	Usos de Suelo		
		Predominante	Compatible	Condicionado
Aprovechamiento	909	Asentamientos humanos	Asentamientos humanos, Infraestructura y Equipamiento.	Asentamientos humanos, Cultural, Infraestructura y Equipamiento, Turismo.

**Tabla IV.1.1.3.7** Unidad de Gestión Ambiental No. 30.

Política	Superficie (Has)	Usos de Suelo		
		Predominante	Compatible	Condicionado
Aprovechamiento	215	Agricultura (temporal)	Agricultura, Forestal.	Agricultura, Forestal.

**Tabla IV.1.1.3.8** Unidad de Gestión Ambiental No. 31.

Política	Superficie (Has)	Usos de Suelo		
		Predominante	Compatible	Condicionado
Aprovechamiento	64	Asentamientos humanos.	Asentamientos humanos, Infraestructura y Equipamiento.	Asentamientos humanos, Infraestructura y Equipamiento.



Tabla IV.1.1.3.9 Unidad de Gestión Ambiental No. 32.

Política	Superficie (Has)	Usos de Suelo		
		Predominante	Compatible	Condicionado
Aprovechamiento	349	Agricultura (Temporal).	Agricultura, Forestal.	Agricultura, Forestal.

Tabla IV.1.1.3.10 Unidad de Gestión Ambiental No. 34.

Política	Superficie (Has)	Usos de Suelo		
		Predominante	Compatible	Condicionado
Protección	39,1	Flora y Fauna.	Flora y Fauna, Forestal.	Flora y Fauna, Forestal.

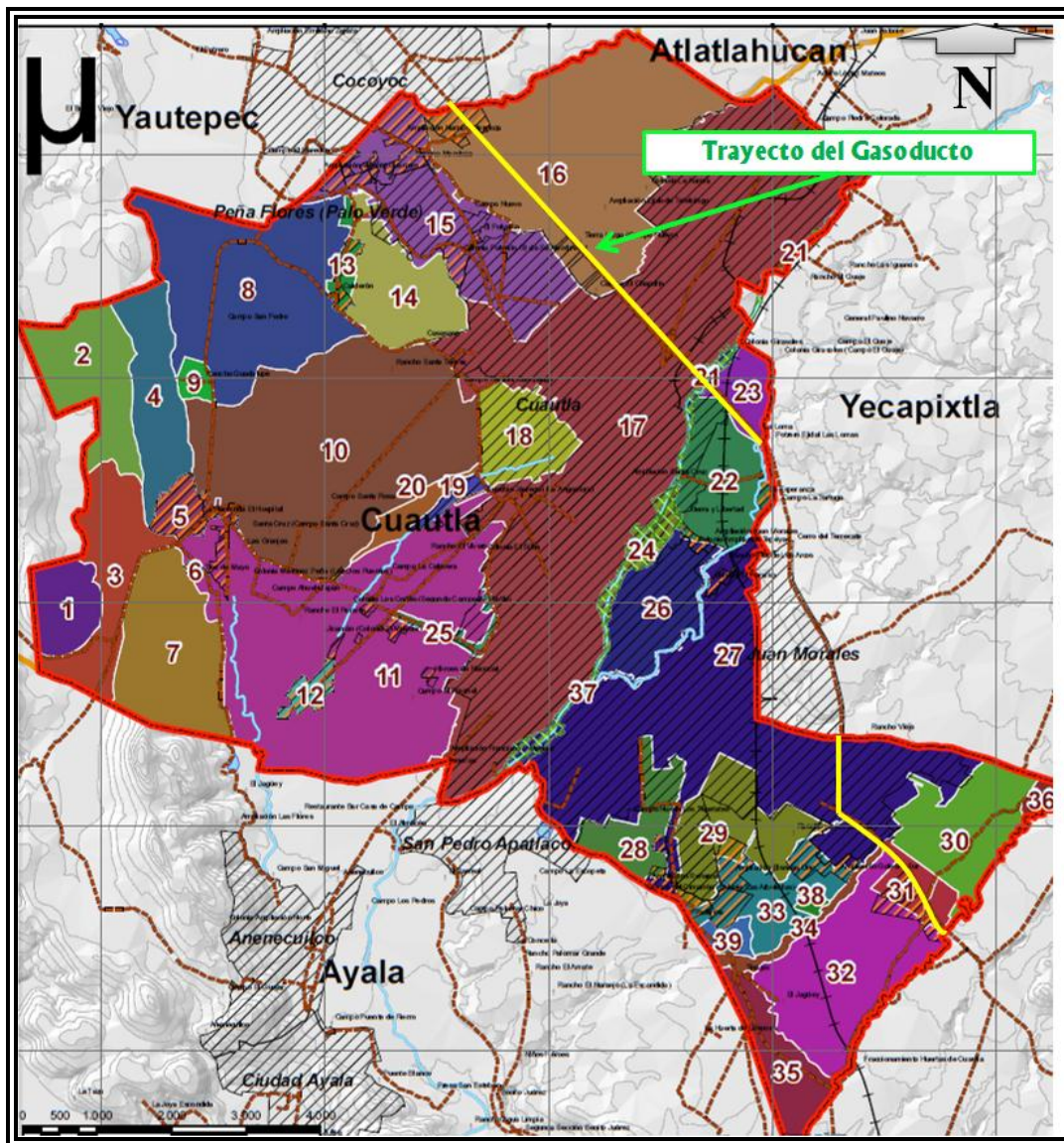


Figura IV.1.1.3.5 Mapa del Modelo de Ordenamiento Ecológico Territorial, donde se aprecia el recorrido del gasoducto (línea amarilla) y las UGA's que le aplican al proyecto.





❖ Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Municipio de Cuernavaca, Morelos.

De acuerdo al Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Municipio de Cuernavaca, los ramales de distribución de Polietileno para dar suministro a los socios Grupak, IMSS y Bridgeston, se localizan dentro de las UGA's No. 136, 151, 153, 163, 164 y 166 (Ver Figura IV.1.1.3.6), por lo que las actividades del proyecto estarán delimitadas por los criterios ecológicos establecidos para cada UGA. (Para mayor detalle, Ver Capítulo III).

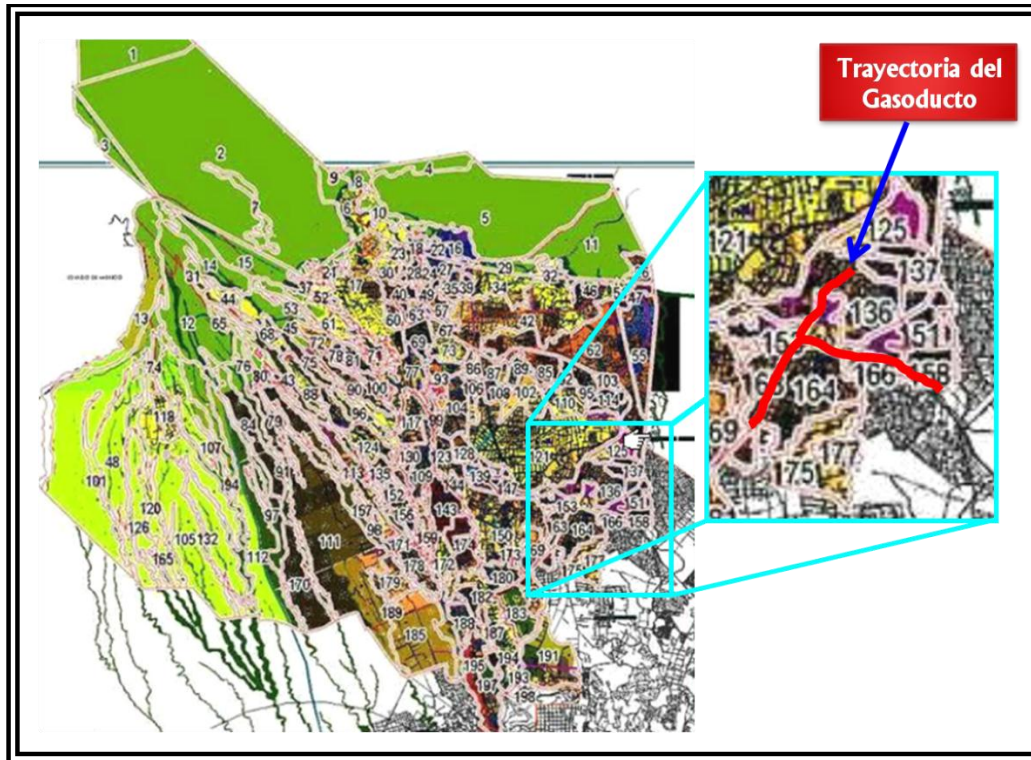


Figura IV.1.1.3.6 Mapas de ubicación de las UGA's, indicando la trayectoria del Gasoducto principal.

Como parte del sistema ambiental del proyecto, se considera como un sistema cerrado y controlado al transporte de gas natural a los asociados de Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V., lo cual estará regulado bajo estrictas medidas de seguridad de acuerdo a la normatividad aplicable al proyecto (misma que se indica en el capítulo III), sistema que será verificado por una Unidad de Verificación en materia de Gas Natural, antes de iniciar con la etapa de operación del proyecto. Por otra parte, la interacción temporal del proyecto durante la preparación del sitio y construcción del gasoducto principal, serán acciones parciales que estarán dadas con la contratación del personal, compra de material y trabajos realizados en el sitio, por lo que serán mínimos al considerar la vida útil del proyecto y su dinámica restringida.

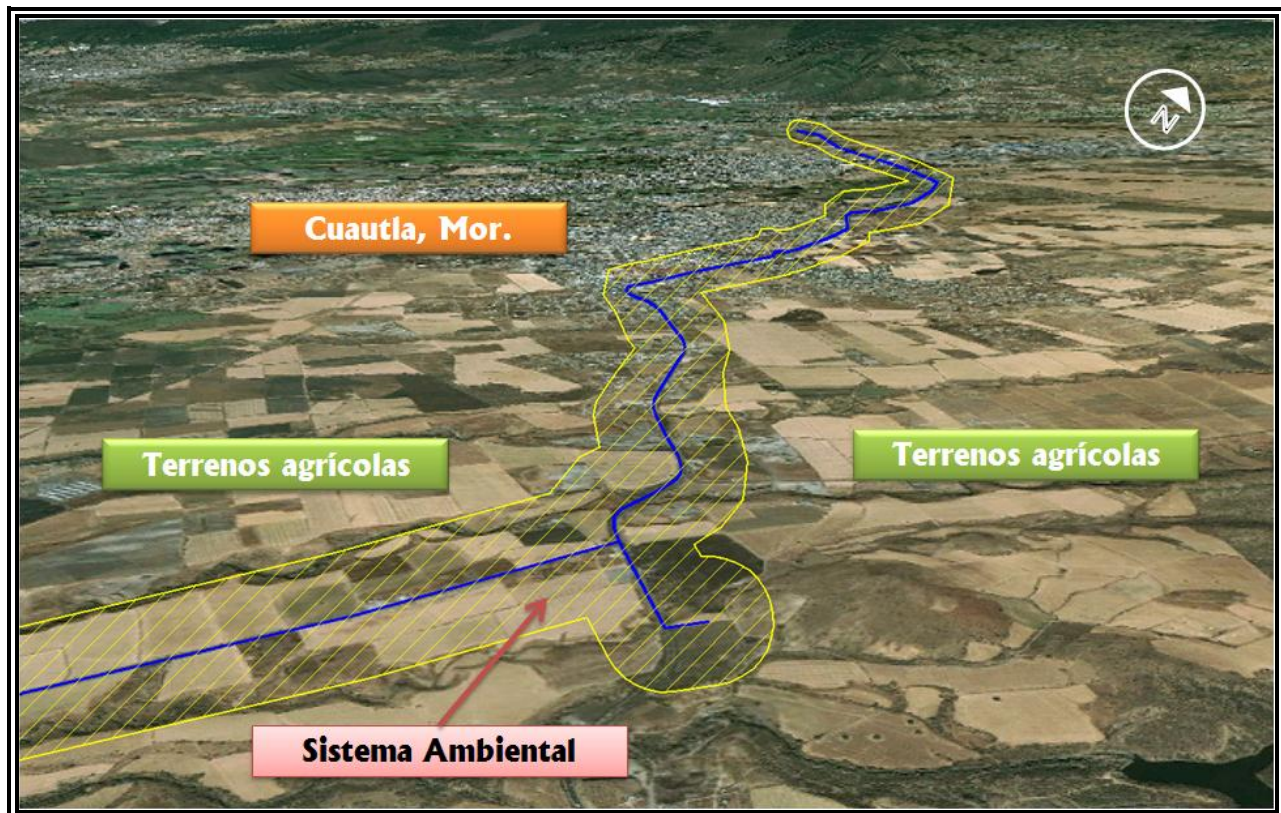
Aunado a lo anterior, en relación a los límites ambientales bióticos y abióticos del sistema ambiental se consideraron los factores de topografía y sistemas de topoformas, tipo de suelo y la hidrología superficial, mismos que se describen a continuación.





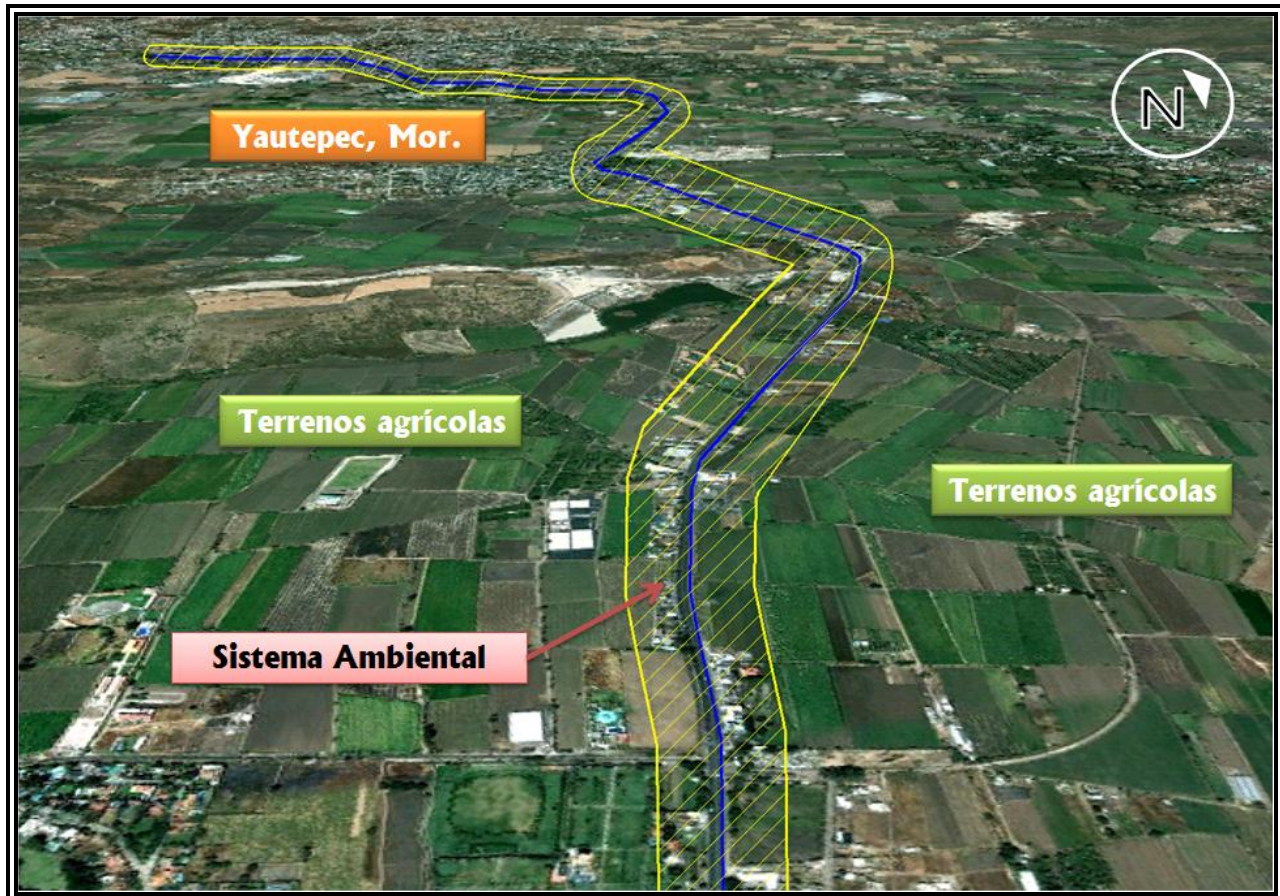
Tomando en cuenta que el presente proyecto es lineal por tratarse de la instalación de un gasoducto para el transporte de gas natural, la magnitud de influencia del proyecto será a gran escala (4 909 Ha), y quedará establecido dentro de los municipios de Cuernavaca, Jiutepec, Yautepec, Tlayacapan, Cuautla, Yecapixtla y Ayala, en el estado de Morelos, los cuales se localizan en los márgenes del Eje Neovolcánico Transversal y Sierra Madre del Sur, regiones en las cuales se distinguen sistemas de topoformas del tipo llanuras, laderas, sierras bajas, valles y lomeríos principalmente (**Fuente: INEGI**), y los suelos predominantes son los del tipo Vertisol, Litosol, Feozem y Rendzina. En cuanto a la hidrología superficial presente la totalidad del tendido del sistema de transporte de gas natural estará localizado dentro de la región Hidrológica No. 18 conformada por las cuencas del Río Balsas, Río Salado y el Lago de Zirahuen, dentro de dichas cuencas y como parte del área de influencia del proyecto se cuenta con el Río Yautepec, Río Cuautla y el Río Fondo Roco, mismos que serán cruzados de manera direccional preservando la composición física y natural de dichos cuerpos de agua.

El sistema ambiental comprende desde el área donde se realizará la interconexión de la City Gate Morelos con el gasoducto principal de 30"Φ propiedad de la empresa ELEC NOR, y se extiende sobre el derecho de vía de la carretera Federal No. 160, donde se localizan principalmente terrenos agrícolas y áreas impactadas por las actividades antropogénicas de la región, hasta llegar a la ciudad de Cuautla, Morelos, donde el uso de suelo está destinado principalmente a los asentamientos humanos, comercios y zonas de recreación para los habitantes de dicha localidad urbana.



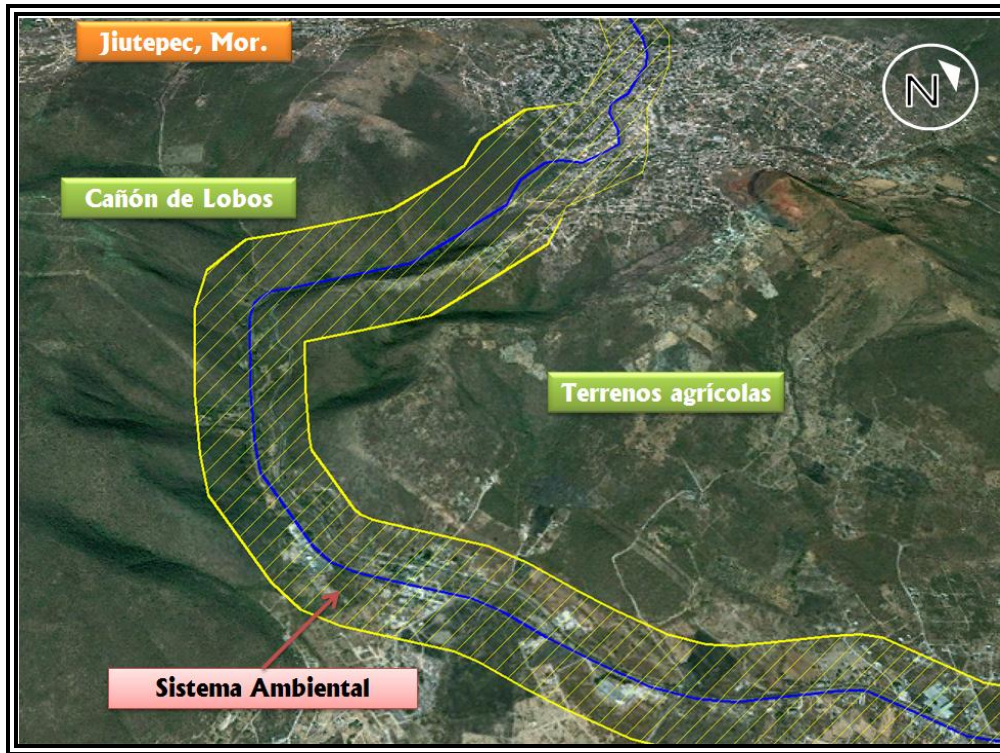


Posteriormente el sistema ambiental continúa sobre la carretera federal No. 115, hasta llegar al municipio de Yautepec, donde se realizará el cruce del Río Yautepec de manera direccional y posteriormente retomar el derecho de vía de la carretera Federal No. 160. En esta zona se presentan usos de suelo destinados principalmente a las actividades de agricultura mismas que no se verán impactadas por la construcción e instalación del gasoducto para el transporte de gas natural.

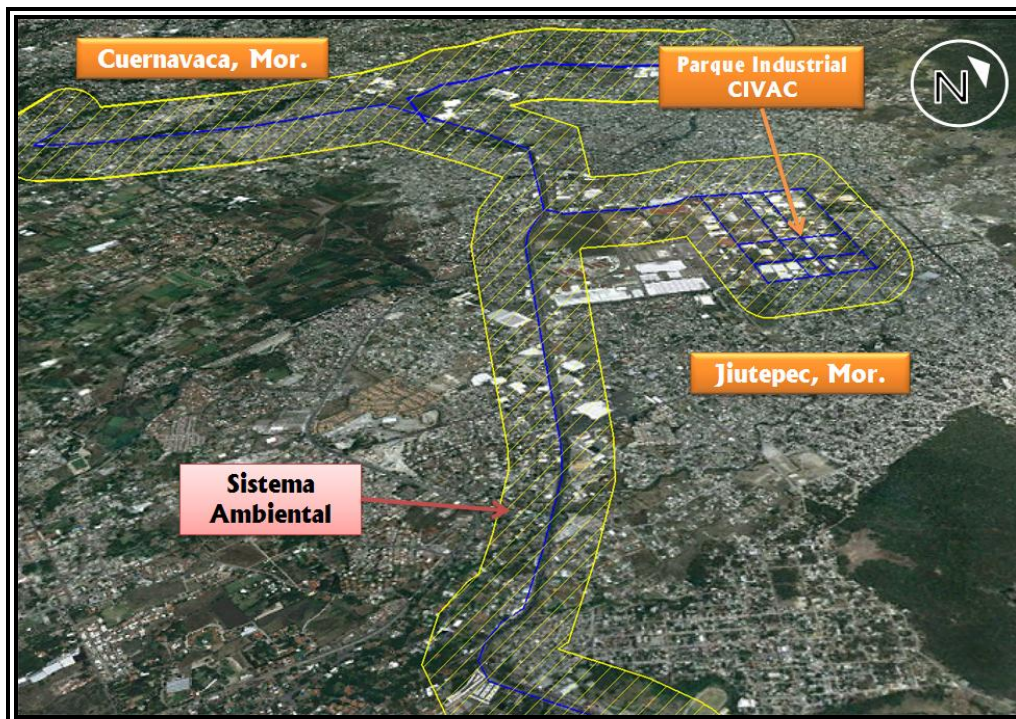


Siguiendo el derecho de vía de la carretera Federal No. 160, se cruzará por la ciudad de Yautepec para posteriormente introducirse al Cañón de Lobos localizados en el límite del municipio de Yautepec con el municipio de Jiutepec, donde la instalación del gasoducto se realizará de manera que los impactos a la comunidad florística de dicha zona sean mínimos y preservar el ecosistema de la misma, ya que ésta está considerada como un Área Importante para la Conservación de Aves (AICA).





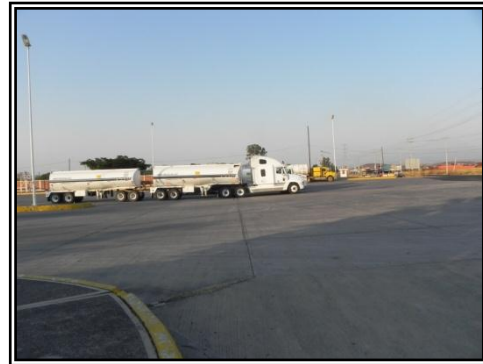
A la salida del cañón de lobos, el sistema ambiental seguirá sobre el derecho de vía de la carretera Federal No. 160, hasta llegar a la ciudad de Jiutepec y Cuernavaca, donde el uso de suelo está destinado principalmente a asentamientos humanos, Zona Industrial, comercios y áreas de recreación, principalmente.





❖ **Descripción Técnica del Sistema Ambiental.**

El sistema de transporte de gas natural de la Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V. (CAGNM), inicia en las coordenadas 18° 46' 14,62"N y 98° 53' 29,15"O en la interconexión con el gasoducto principal de 30" propiedad de la empresa ELECNOR y la City Gate Morelos, en la cual iniciará el gasoducto principal de transporte con diámetro de 12" y una longitud de 550 m en dirección Noroeste hasta llegar a las coordenadas 18° 46' 21,57" N y 98° 53' 45,45" O donde se realizará la bifurcación del gasoducto antes mencionado y se reducirá el diámetro del mismo a 10" y 6", respectivamente, éste último se extenderá en dirección Sur hasta llegar al Parque Industrial Cuautla, donde se proporcionará suministro de gas natural a dos socios comerciales. Este ramal de transporte seguirá el derecho de vía de una vialidad existente en donde la presencia de impactos es notable debido a las actividades industriales de dicha zona.



Retornando a las coordenadas 18° 46' 21,57" N y 98° 53' 45,45" O, el gasoducto de 10" seguirá el derecho de vía de la carretera Federal No. 160 en dirección Noroeste hasta llegar a las coordenadas 18° 46' 30,8" N y 98° 53' 51,22" O donde se realizará el cruce direccional de un arroyo ubicado dentro del municipio de Cuautla, Mor. el cual presenta vegetación silvestre compuesta principalmente por pastizal inducido.

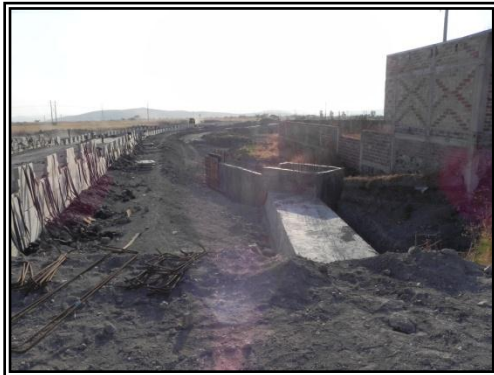


El gasoducto de 10" continúa sobre el derecho de vía de la carretera Federal No. 160, en donde al momento de los recorridos en campo se observaron impactos directos al ecosistema presente en dicha zona debido a las actividades de construcción y remodelación de la carretera antes mencionada, lo cual hace que la calidad paisajista del sistema ambiental se afecte negativamente, por lo que las actividades a realizar para la construcción e instalación del gasoducto de 10" se realizarán de tal manera que no se aumente la generación de impactos y contribuya a la modificación actual del ecosistema, por lo que, desde el diseño ejecutivo del presente proyecto se definieron los





procedimientos de construcción y las medidas de seguridad a contemplar para la prevención y mitigación de impactos en caso de ser generados.



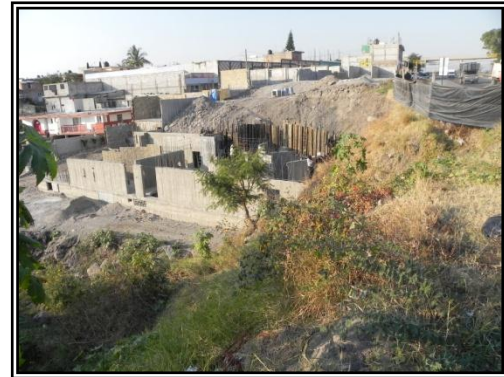
Siguiendo por el derecho de vía de la carretera Federal No. 160, se llega a las coordenadas  $18^{\circ} 46' 48.72''$  N y  $98^{\circ} 54' 02.74''$  O, en donde se realizará el cruce de manera direccional de un arroyo localizado a las afueras de la ciudad de Cuautla, Mor., mismo que al momento de los recorridos no presentaba escurrimiento fluvial,



Posterior al cruce anterior, se continua hacia el Noroeste hasta llegar a la localidad urbana de Juan Morales en el estado de Yecapixtla, donde el uso de suelo está destinado principalmente a zonas habitacionales, comercios y zonas de recreación (parques y jardines), en donde además de constatar



impactos al suelo natural debido al constante crecimiento de la mancha urbana, se verificó que el derecho de vía de la carretera donde se instalará el gasoducto de 10" se encuentra impactado por residuos sólidos urbanos generados por los habitantes de la región, lo cual representa una problemática de gran escala ya que esto provoca que la comunidad florística y la composición natural del suelo se vea directamente afectada, por lo que Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, tomará las medidas de seguridad necesarias para la prevención y mitigación de impactos.



Cabe mencionar que en el tramo del gasoducto de 10" ubicado dentro de la localidad urbana de Juan Morales, corresponde a la Unidad de Gestión Ambiental No. 46, incluida dentro del Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Volcán Popocatepetl y su Zona de Influencia, la cual establece la política de Aprovechamiento y una serie de criterios ecológicos mismos que se deberán de vincular con las características del proyecto (para mayos detalle, Ver Capítulo III).

Continuando sobre el derecho de vía de la carretera Federal No. 160 se llega a las coordenadas 18° 50' 12.58" N y 98° 55' 23.96" O, en donde se interconectará un gasoducto de 4" en Acero al Carbón para dar suministro a uno de los socios de CAGNM, localizado dentro del municipio de Yecapixtla.

Con el derecho de vía de la carretera 160, y posterior a realizar la interconexión del gasoducto de 4", se cruzan el Río Fondo Rocos (18° 50' 25.33" N y 98° 55' 31.85" O) y el Río Cautla (18° 50' 40.94" N y 98° 55' 40.40" O), mismos, que al igual que los arroyos mencionados anteriormente, se cruzarán con el método de perforación direccional, lo cual permite la instalación del gasoducto sin causar impactos negativos a la composición física y de relieve de los cuerpos de agua.







Cabe mencionar que el sistema ambiental que conforma el área de influencia del presente proyecto, presenta modificaciones en su paisaje debido a los impactos generados hacia el ecosistema, principalmente por las actividades antropogénicas de los habitantes de la región y de los propios usuarios de la carretera federal No. 160, además de que las modificaciones y cambios de uso de suelo inapropiados han ocasionado que los factores bióticos y abióticos presenten una estructura diferente a la de sus composiciones naturales originales ya que se constató durante los recorridos en campo, que la mancha urbana de las ciudades de Cuautla, Morelos y Juan Morales, en Yecapixtla, están creciendo hacia áreas donde se ha recurrido a la acción de despalme de la cobertura vegetal superficial, acciones que directa e indirectamente han ocasionado que la fauna característica de la región sufra los embates de las actividades antropogénicas. Por lo anterior, es claro resaltar que desde la planeación y diseño ejecutivo del proyecto se consideró la problemática ambiental actual de la zona, por lo que se determinó la instalación del gasoducto dentro del derecho de vía de la carretera Federal No. 160, donde el suelo presente se encuentra en su mayor cobertura impactado por la erosión y las actividades de mantenimiento de dicha vialidad, con esto, la empresa promotora del proyecto, demuestra el gran compromiso de instalar un proyecto sustentable que contribuya con el desarrollo industrial del estado de Morelos.



Posterior al cruce con las ciudades de Cuautla y Juan Morales, el gasoducto principal toma el derecho de vía de la carretera Federal No. 115, y en las coordenadas  $18^{\circ} 51' 22.39''$  N y  $98^{\circ} 56' 31.43''$  O, se reduce el diámetro del gasoducto de 10" a 8", y de igual manera se realiza la interconexión de un ramal en acero al carbón de 6" para dar suministro a uno de los socios de CAGNM localizado en dirección Oeste.



El gasoducto de 8" tendrá una longitud total de 37 Km, ya que se extenderá hasta llegar a la ciudad de Jiutepec, a la entrada del parque industrial CIVAC, y se instalará dentro del derecho de vía de carreteras federales de las cuales, a los costados de la carretera Federal No. 115 se localizan las localidades urbanas de Oaxtepec, Cocoyoc, Los Arcos y Yautepec, donde el uso de suelo predominantes es el de agricultura de temporal y de riego (**Fuente: INEGI**), ya que durante los recorridos por el derecho de vía del gasoducto se observaron terrenos dedicados a las actividades agropecuarias de los habitantes de la región, mismos que no se verán afectados, dado que la instalación del gasoducto se realizará dentro del derecho de vía de la carretera Federal No. 115 y posteriormente en las coordenadas 18° 53' 06.59" N y 98° 59' 08.91" O, se retomará nuevamente el derecho de vía de la carretera Federal 160, para continuar hacia el municipio de Yautepec.



En el paso del gasoducto de 8" por el municipio de Yautepec, se realizarán cruces importantes del río Yautepec, ya que éste será cruzado en tres ocasiones de manera direccional, con el objeto de no causar impactos significativos a la composición física del mismo, aunque cabe mencionar que se verificó que dicho cuerpo de agua actualmente se encuentra impactado por la realización de una obra civil consistente en la ampliación de la carretera Federal No. 160, por lo que las actividades a realizar para la instalación de gasoducto no contribuirán a la generación de impactos identificados actualmente.

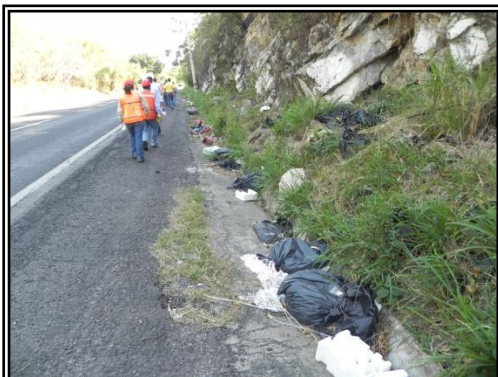






Después de realizar los cruces importantes antes mencionados, la trayectoria del gasoducto se introduce al Cañón de Lobos, mismo que se encuentra en el límite del municipio de Yautepec con el municipio de Jiutepec. Dicha área está considerada como un área Importante para la Conservación de Aves (AICA), por parte de la CONABIO con el No. 39, donde la principal amenaza al Bosque Tropical Caducifolio de la zona es el desarrollo urbano y la agricultura, por lo que para la instalación del gasoducto de 8', se apegará con estricto orden a los procedimientos específicos de construcción de Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos y a las normas ambientales mexicanas, estableciendo medidas preventivas y de mitigación de impactos a generar.

Cabe mencionar, que actualmente la zona que corresponde al Cañón de Lobos, en específico sobre el derecho de vía de la carretera Federal No. 160, se encuentra altamente impactado por la presencia de residuos sólidos urbanos y de manejo especial, generados por los habitantes de la región y de los propios usuarios de la carretera antes mencionada.





A la salida del Cañón de Lobos se localiza el municipio de Jiutepec, donde el uso de suelo es principalmente de Zona Urbana e Industrial, ya que en la ciudad con el mismo nombre se localiza la mayoría de los socios a los que se les dará suministro de gas natural, en específico dentro del parque Industrial CIVAC. Es importante señalar, que en las conurbaciones de Jiutepec y Cuernavaca, el sistema ambiental se extenderá únicamente sobre zonas habitacionales, comerciales e industriales, por lo que los impactos a generar al ecosistema presente en la zona, serán mínimos dado que la instalación del gasoducto se realizará de manera direccional, con lo cual se preservarán las vialidades existentes en las ciudades antes mencionadas. Así mismo, la calidad paisajista de esta zona, se ve afectada por la industrialización y creación de asentamientos humanos irregulares, ya que esto ha provocado la modificación del ecosistema natural original, lo cual se traduce en impactos directos al sistema ambiental que delimita al proyecto del gasoducto.

Por lo anterior, y dado que la instalación del gasoducto se realizará con apego a procedimientos de construcción y a las normas oficiales mexicanas en materia ambiental, se concluye que el proyecto es ambientalmente viable, ya que si bien, se generarán impactos negativos al suelo natural de la región, Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, cuenta con medidas preventivas y un programa de mitigación de impactos para la restauración de las áreas afectadas por la obra civil del proyecto.

#### ❖ **Regiones Prioritarias.**

##### Regiones Terrestres Prioritarias (RTP).

El proyecto Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), tiene como objetivo principal, la determinación de unidades estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destaquen la presencia de una riqueza ecosistémica y específica comparativamente mayor que en el resto del país, así como una integridad ecológica funcional significativa, donde además, se tenga una oportunidad real de conservación. El proyecto de RTP, fue creado debido a la acelerada pérdida y modificación de los sistemas naturales que ha presentado México durante las últimas décadas, por lo que se requiere con urgencia, que se fortalezcan los esfuerzos de conservación de regiones con alta biodiversidad.

De acuerdo a la **Figura IV.1.1.4.1**, se aprecia que en el estado de Morelos se ubican las regiones terrestres prioritarias No. 107 (Sierra Nevada), No. 108 (Ajusco – Chichinautzin) y No. 120 (Sierras de Taxco – Huautla); sin embargo, de acuerdo a la localización de cada una de ellas (**Ver Tabla IV.1.1.4.1**), se constató que el derecho de vía del gasoducto principal, no estará ubicado en ninguna de las Regiones mencionadas, por lo que las actividades a realizarse en las etapas del proyecto, no estarán delimitadas por ningún criterio establecido por la CONABIO para cada RTP.

**Tabla IV.1.1.4.1** Regiones Terrestres Prioritarias localizadas en el estado de Morelos.

RTP	Nombre	Ubicación	
		Latitud (N)	Longitud (E)
107	Sierra Nevada	18° 54' 39" - 19° 33' 00"	98° 31' 11" - 98° 48' 10"
108	Ajusco - Chichinautzin	18° 53' 32" - 19° 20' 02"	99° 51' 54" - 99° 25' 07"
120	Sierras de Taxco – Huautla	18° 18' 32" - 18° 52' 21"	98° 48' 49" - 100° 09' 00"



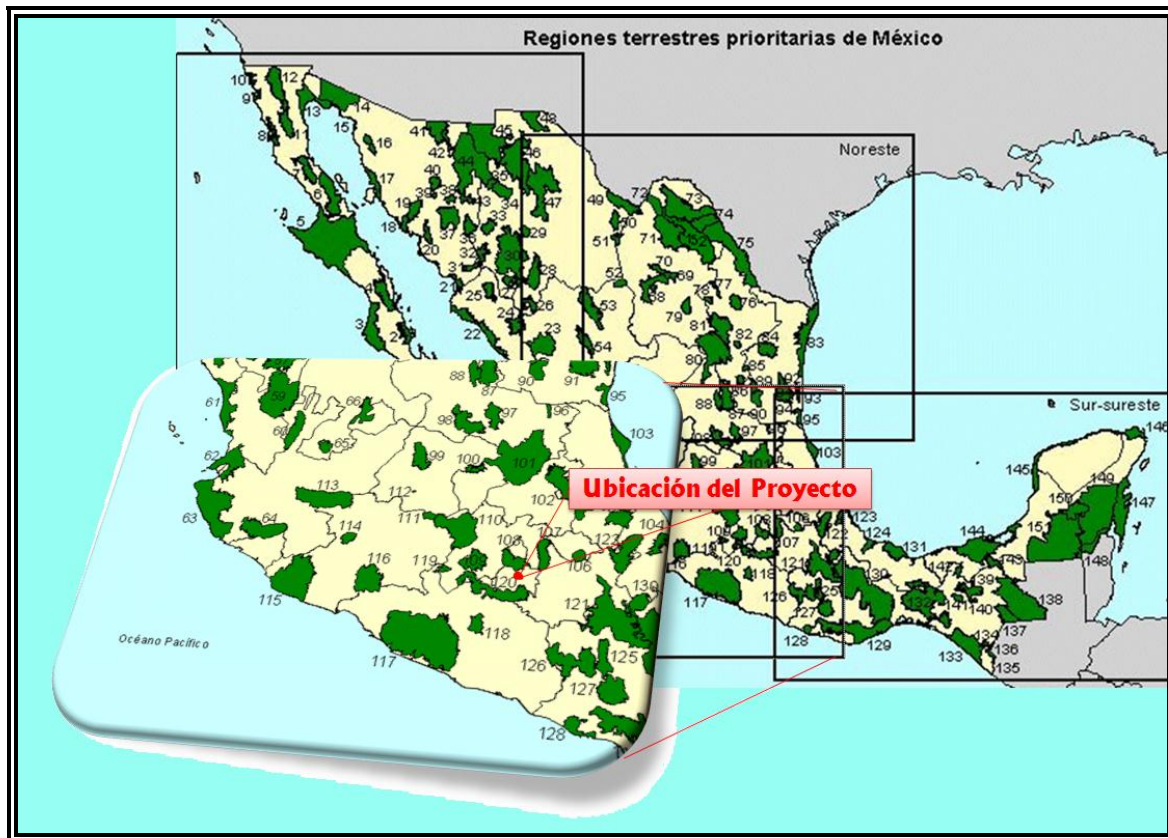


Figura IV.1.1.4.1 Regiones Terrestres Prioritarias, identificadas en la República Mexicana, por la CONABIO.

#### Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP).

La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), en el mes de Mayo de 1998, inició el *Programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)*, con el objetivo de obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, para establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación uso y manejo sostenible. Este programa forma parte de una serie de estrategias instrumentadas por la CONABIO para la promoción a nivel nacional del conocimiento y conservación de la biodiversidad en México. Dentro de dicho programa, se identificaron 110 regiones hidrológicas prioritarias por su biodiversidad, de las cuales 82 corresponden a áreas de uso y 75 a áreas de alta riqueza biológica con potencial para su conservación; dentro de estas dos categorías, 75 presentaron algún tipo de amenaza. Además se identificaron 29 áreas que son importantes biológicamente, pero que carecen de información científica suficiente sobre su biodiversidad.

El estado de Morelos se encuentra delimitado casi en su totalidad por la Región Hidrológica Prioritaria No. 67, Río Amacuzac – Lagunas de Zempoala (**Ver Figura IV.1.1.4.2**), la cual cuenta con una extensión de 7 924,72 Km<sup>2</sup>, por lo que las actividades a realizarse para la instalación del gasoducto, así como en la operación del mismo, estarán estrictamente apegadas a lo establecido en la RHP No. 67.

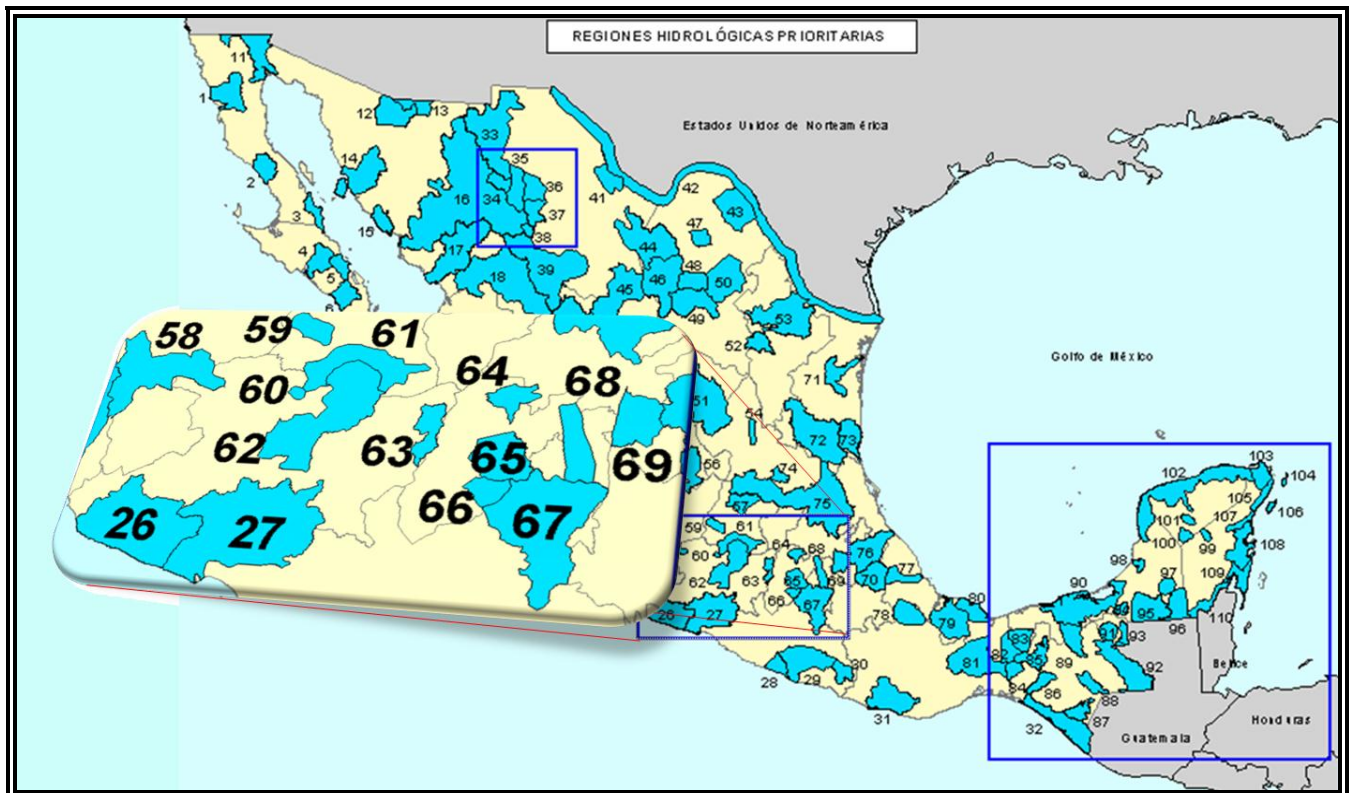


Figura IV.1.1.4.2 Regiones Hidrológicas Prioritarias, identificadas en la República Mexicana por la CONABIO.

Fuente: CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)

A continuación se describen las principales características de la Región Hidrológica Prioritaria (RHP) No. 67, la cual lleva por nombre Río Amacuzac-Lagunas de Zempoala.

#### **RHP-67 Río Amacuzac – Lagunas de Zempoala**

**Estado(s):** Morelos, Guerrero y Edo. de México      **Extensión:** 7 924,72 Km<sup>2</sup>

**Polígono:**    Latitud 19° 13' 12" - 17° 53' 24" N  
                  Longitud 99° 42' 36" - 98° 37' 46" E

#### **Recursos hídricos principales.**

**Lénticos:** Lagos Coatetelco, Miacatlán, Zempoala, Tequesquitengo, el Rodeo y manantiales de aguas termales.

**Lóticos:** Ríos Amacuzac, Tetecala, Tembembe, San Jerónimo, Tetlama o Yautepec, Jojutla, Chinameca o Cautla y arroyos.

**Geología/Edafología:** Sierra del Chichinautzin, Valle de Cuernavaca; predominan los suelos Feozem, que son oscuros, suaves y ricos en materia orgánica y nutrientes, además de Vertisoles, Castañozem, Andosoles y Rendzinas.





**Características varias:** Clima templado subhúmedo, cálido subhúmedo y semicálido subhúmedo con lluvias en verano y principios de otoño. La temperatura media anual oscila entre los 8 y 26°C. La precipitación anual es de 800 a 2 000 mm.

**Principales poblados:** Cuernavaca, Mazatepec, Tetecala, Jojutla, Zacatepec, Puente de Ixtla, Amacuzac, Coatetelco.

**Actividad económica principal:** comercio, agricultura de riego y de temporal, cultivo de frutales, ganadería y turismo.

**Biodiversidad:** Tipo de vegetación: bosques de pino-encino, de encino-pino, de encino, de oyamel, de tascate, selva baja caducifolia, pastizal de altura e inducido, matorral xerófilo, vegetación acuática.

**Fauna característica:**

Fauna	Sinonimia
Peces	<i>Astyanax fasciatus</i> , <i>Cichlasoma nigrofasciatum</i> , <i>Heterandria bimaculata</i> , <i>Poecilia sphenops</i> , <i>Poeciliopsis gracilis</i> y <i>Xiphophorus helleri</i> .
Aves	<i>Amazilia beryllina</i> , <i>Falco sparverius</i> , el vencejo <i>Streptoprocne semicollaris</i> .
Mamíferos	<i>Felis concolor azteca</i> , el gato montés ( <i>Lynx rufus</i> ), el zorrillo ( <i>Mephitis macroura</i> ), <i>Nasua nasua</i> , el venado cola blanca ( <i>Odocoileus virginianus</i> ) y el conejo ( <i>Sylvilagus</i> spp).

Fuente: CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)

Endemismos de:	Sinonimia
Crustáceo	<i>Cambarellus zempoalensis</i> .
Peces	<i>Cichlasoma istlanum</i> , <i>Girardinichthys multiradiatus</i> , <i>Hybopsis boucardi</i> , <i>Ictalurus balsanus</i> , <i>Ilyodon whitei</i> y <i>Poeciliopsis balsas</i> .
Anfibio	<i>Ambystoma zempoalensis</i> .
Aves	<i>Aimophila humeralis</i> , <i>Amaurospiza relict</i> , <i>Atlapetes pileatus</i> , <i>A. virenticeps</i> , <i>Campylorhynchus gularis</i> , <i>C. jocosus</i> , la matraca barrada ( <i>C. megalopterus</i> ), <i>Catharus occidentalis</i> , <i>Cyananthus sordidus</i> , <i>Dendrortyx macroura</i> , el chip rojo ( <i>Ergaticus ruber</i> ), <i>Geothlypis nelsoni</i> , el trepador gorgiblanco ( <i>Lepidocolaptes leucogaster</i> ), <i>Melanerpes chrysogenys</i> , <i>M. hypopolius</i> , <i>Melozone kieneri</i> , el gorrión serrano (cachetioscuro <i>Oriturus superciliosus</i> ), <i>Ortalis poliocephala</i> , <i>Otus seductus</i> , <i>Passerina leclancherii</i> , el carpintero (volcanero <i>Picoides stricklandi</i> ), <i>Ridgwayia pinicola</i> , <i>Streptoprocne semicollaris</i> , <i>Toxostoma ocellatum</i> , <i>Thryothorus felix</i> , <i>Turdus rufopalliat</i> , el gorrión serrano ( <i>Xenospiza baileyi</i> ), <i>Xenotriccus mexicanus</i> .
Mamíferos	Ratón de los volcanes ( <i>Neotomodon alstoni</i> ) y el teporingo ( <i>Romerolagus diazi</i> ).



Todas estas especies se encuentran amenazadas y son indicadoras de alteraciones en el hábitat junto con el gavilán pechirrufo mayor (*Accipiter cooperii*), *A. striatus*, *Asio flammeus*, *A. stygius*, *Atthis heloisa*, el gran búho cornado (*Bubo virginianus*), *Buteo jamaicensis*, *Buteogallus anthracinus*, la codorniz arlequín (*Cyrtonix montezumae*), *Dendroica virens*, *Falco peregrinus*, *Glaucidium brasilianum*, *Icterus cucullatus*, *I. wagleri*, *Melanotis caerulescens*, *Otus asio* y *Parabuteo unicinctus*.

**Aspectos económicos:** industria, acuicultura, agricultura, ganadería y turismo. Pesquería de crustáceos *Cambarellus (Cambarellus) montezumae* y *Macrobrachium rosenbergii*.

**Problemática:**

- Modificación del entorno: Deseccación, deforestación, fragmentación del hábitat, construcción de carreteras, crecimiento poblacional, erosión, abatimiento de manantiales, pastoreo y quema,
- Contaminación: Por agroquímicos, descargas de ingenios, industrias y aguas residuales,
- Uso de recursos: Especies introducidas de carpa (*Cyprinus carpio*), mojarra azul (*Lepomis macrochirus*), tilapia azul (*Oreochromis aureus*), el guppy (*Poecilia reticulata*) y del crustáceo (*Macrobrachium rosenbergii*). Agua para uso agrícola, urbano e industrial. Uso de suelo agrícola, industrial y recreativo (balnearios).

**Conservación:** Preocupa la reducción y fragmentación de hábitats y la introducción de especies exóticas. Es una zona transicional de las regiones Neártica y Neotropical con una gran riqueza florística y faunística. Representa un área importante para el valle de Cuernavaca debido a su gran permeabilidad edáfica, en donde se recargan los mantos acuíferos que surten al valle. Comprende el Parque Nacional Lagunas de Zempoala y el Corredor Biológico Ajusco – Chichinautzin; así como parte del Parque Nacional Volcanes Iztaccíhuatl – Popocatepetl. Comprende también parte del área natural protegida a nivel estatal Sierra de Huautla.

**Grupos e instituciones:** Universidad Autónoma del Estado de México; Universidad Autónoma de Morelos; Instituto Mexicano de Tecnología del Agua; Instituto de Biología, UNAM; Universidad Autónoma Metropolitana - Xochimilco; Instituto Nacional de Ecología.

**Fuente:** CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)

Cabe mencionar, que las especies antes mencionadas, no se verán afectadas por las actividades en las etapas del proyecto ejecutivo, ya que en el caso de Peces, los cuerpos de agua serán cruzados mediante perforación direccional, que es una tecnología que permite salvar obstáculos sin tener que impactar el paisaje natural del área. Así mismo, para el caso de la comunidad faunística terrestre, es importante señalar que durante los recorridos en campo por el derecho de vía que comprende a la carretera Federal No. 160, en la cual se instalará el proyecto, no se observaron especies importantes que se encuentren en peligro de extinción o con alguna característica de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Áreas Importantes para la Conservación de Aves (AICAS).

La determinación de las Áreas Importantes para la Conservación de Aves (AICAS), tiene como propósito crear una red regional de áreas importantes para la conservación de las aves, en la que cada área o AICA contiene una descripción técnica que incluye las características bióticas y abióticas, un listado avifaunístico que comprende las especies registradas en la zona, su abundancia (en forma de categorías) y su estacionalidad en el área. El listado completo de AICAS abarca un total 230 áreas, que incluyen más de 26 000 registros de 1 038 especies de aves (96,3 % del total de especies para México según el American Ornithologist's Union). Adicionalmente, se incluye en al



menos un área, al 90,2 % de las especies listadas como amenazadas por la NOM-059-SEMARNAT-2010 (306 de 339 especies) y al 100 % de las especies indicadas en el libro de Collar et al. (1994, Birds to Watch 2). De las 95 especies endémicas de México (Arizmendi y Ornelas en prep.) todas están registradas en al menos un área.

La carretera Federal No. 160 está conformada por dos cuerpos viales, cada uno integrado por dos carriles vehiculares, por lo que representa una vialidad muy transitada en el estado de Morelos (**Ver Foto IV.1.1.4.1**), lo cual es factor principal para que el derecho de vía de ésta carretera sea considerada en el proyecto ejecutivo para instalar el gasoducto principal, el área de influencia de esta vialidad se encuentra impactada por el tránsito vehicular y por los habitantes de la región; de acuerdo a la **Figura IV.1.1.4.3**, el derecho de vía de la carretera Federal No. 160, pasa por un Área Importante para la Conservación de aves, identificada con el No. 48 perteneciente al Cañón de Lobos.

Esta área cuenta con una superficie total de 4 499,8 m<sup>2</sup>, presenta poblaciones importantes de especies de aves amenazadas, tales como *Xenotriccus Mexicanus* y *Otus seductus*, y además está siendo amenazada por la expansión de la mancha urbana de la ciudad de Cuernavaca y por las actividades de agricultura del municipio. La vegetación de esta AICA está conformada por el Bosque Tropical Caducifolio en su totalidad. Cabe mencionar, que la CONABIO identificó un total de 126 especies de aves en esta área importante de conservación.



**Foto IV.1.1.4.1** Derecho de vía de la carretera Federal No. 160.

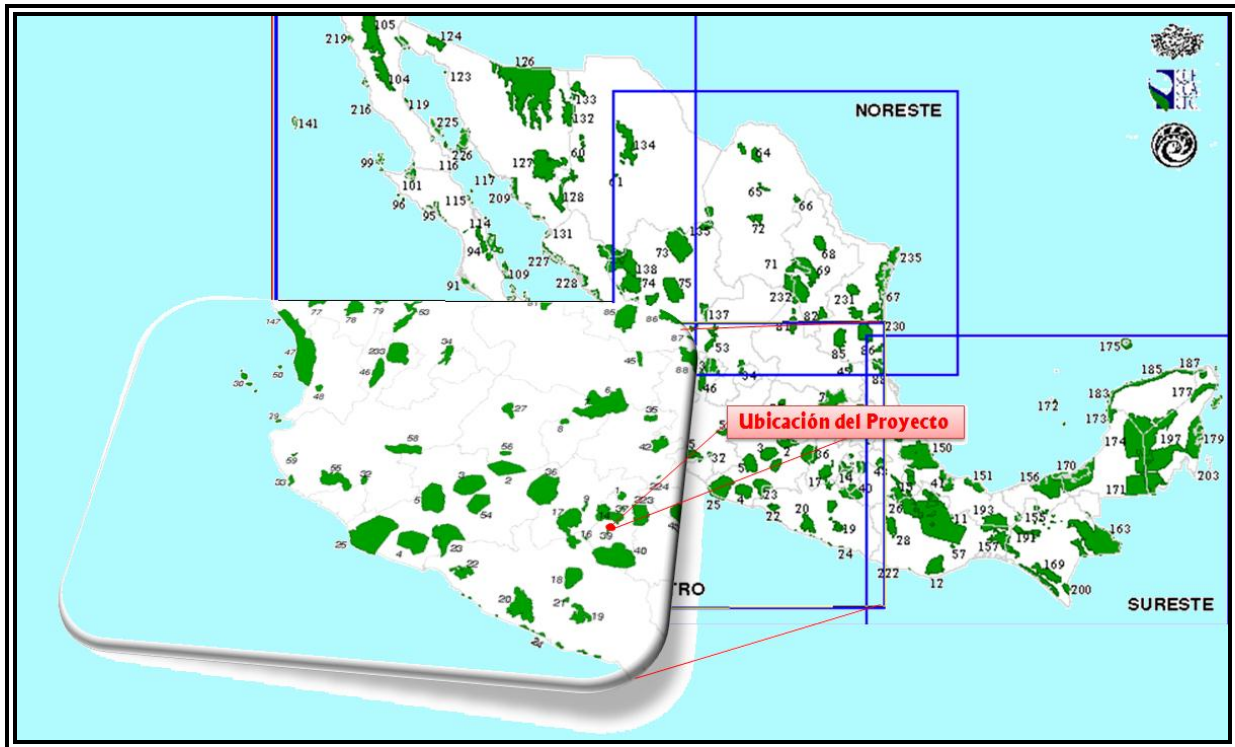


Figura IV.1.1.4.3 Áreas Importantes para la Conservación de Aves, identificadas en la República Mexicana por la CONABIO. Se particulariza para el área de influencia del proyecto.

Fuente: CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Áreas Importantes para la Conservación de Aves (AICAS)

## IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental

### IV.2.1 Aspectos abióticos

#### ❖ Clima.

##### Tipo de clima.

En el estado de Morelos se presentan los siguientes tipos climáticos: Cálido-subhúmedo, semicálido-subhúmedo, templado-subhúmedo, semifrío-subhúmedo y frío, principalmente.

- Cálido-subhúmedo: Abarca aproximadamente el 78% de la superficie de Morelos, se caracteriza por tener una temperatura media anual mayor de 22°C, con lluvias en verano y una precipitación del mes más seco menor de 60 mm. En este tipo de clima se presenta la vegetación que predomina en la entidad: La selva baja caducifolia.
- Semicálido-subhúmedo: Se localiza en una franja hacia el norte del estado y comprende aproximadamente un 13% de su superficie. Presenta una temperatura media anual entre 18° y 22°C, con lluvias en verano y una precipitación media anual de 800 a 1 500 mm; la precipitación máxima ocurre en el mes de Junio, siendo Febrero y Diciembre los meses de menor precipitación.
- Templado-subhúmedo: Cubre aproximadamente el 10% de la superficie estatal y se localiza en los municipios del norte como: Huitzilac, Tlalnepantla, Totolapan, Tetela del Volcán y parte de Cuernavaca, Tepoztlán, Ocuituco, Tlayacapan y Miacatlán. Dichos municipios se encuentran entre los 1 600 y 1 800 msnm (metros sobre el nivel del mar), con temperaturas medias anuales de





10°C a 15°C y con una precipitación de 1 200 a 1 500 mm anuales. En el estado de Morelos, los bosques mixtos de pino y encino se desarrollan en este tipo de clima.

- **Semifrío-subhúmedo:** Se localiza en pequeñas zonas de la entidad, en los límites con el Distrito Federal, con el estado de México y Puebla, cubren solamente una superficie estatal aproximada del 2%. En este tipo de clima, se distribuyen los bosques de coníferas y praderas de alta montaña, en particular bosque de *pinus* y *abies*.
- **Frío:** Se presenta en las partes altas del Popocatepetl que le corresponden a la entidad. Se caracteriza por tener una temperatura media anual menor de 5°C y con alta incidencia de heladas. Le corresponde una vegetación dominante de zacatonal y pradera alpina.

Fuente: Clima del estado de Morelos.  
Gobierno del Estado. Página web.

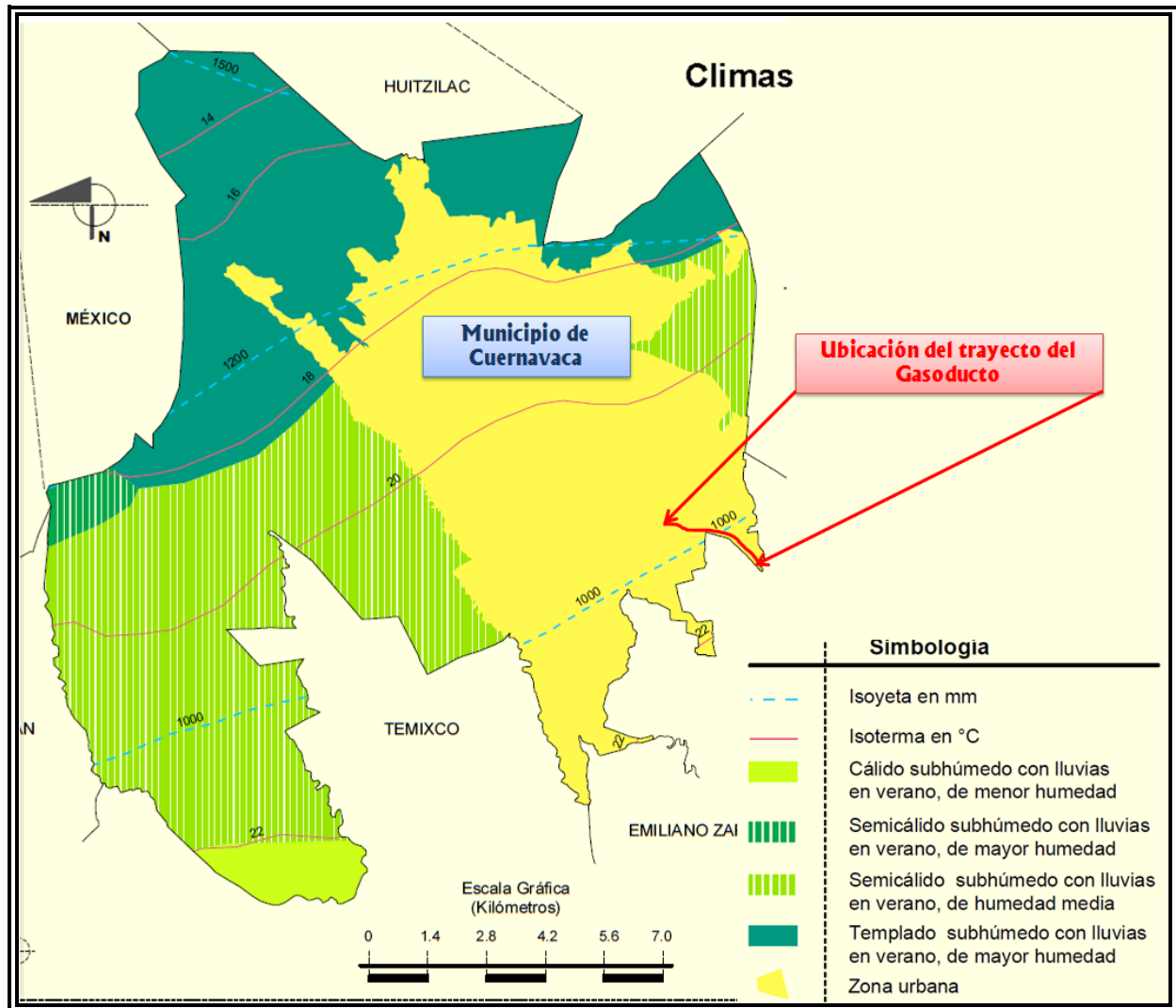
El derecho de vía del Gasoducto principal en su trayectoria a un costado de la carretera Federal No. 160, en su trayectoria y área de influencia incidirá en el territorio de los municipios de Cuernavaca, Jiutepec, Yautepec, Tlayacapan, Cuautla, Yecapixtla y Ayala, los cuales forman parte de la provincia del Eje Neo volcánico.

El clima predominante en el municipio de Cuernavaca (**Ver Figura IV.2.1.1**) es semicálido subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media (65,12%), templado subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad (31,41%), cálido subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad (2,29%) y semicálido subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad (1,18%). En el municipio de Jiutepec (**Ver Figura IV.2.1.2**) el clima predominante es cálido subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad (71,83%) y semicálido subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media (28,17%). Para Yautepec (**Ver Figura IV.2.1.3**), el clima es cálido subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad (65,84%), semicálido subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media (29,67%) y semicálido subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad (4,49%). En lo que respecta al municipio de Tlayacapan (**Ver Figura IV.2.1.4**), se encuentran principalmente climas de tipo semicálido subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media (96%), cálido subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad (2,23%) y templado subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad (1,77%). Para Cuautla (**Ver Figura IV.2.1.5**) el clima es cálido subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad (98,22%) y semicálido subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad (1,78%). Así mismo, para el municipio de Yecapixtla (**Ver Figura IV.2.1.6**) se tienen climas de tipo semicálido subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media (48,48%), cálido subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad (27,28%) y semicálido subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad (24,24%); para finalizar, en el municipio de Ayala (**Ver Figura IV.2.1.7**) se presenta un tipo de clima únicamente, cálido subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad (100%).

Tabla IV.2.1.1 Temperatura y precipitación anual por municipio.

Municipio	Rango de Temperatura (°C)	Rango de Precipitación (mm)
Cuernavaca	12 – 24	800 – 1 600
Jiutepec	20 – 24	800 – 1 200
Yautepec	18 – 24	800 – 1 000
Tlayacapan	16 – 24	800 – 1 000
Cuautla	20 – 24	800 – 1 000
Yecapixtla	18 – 24	800 – 1 200
Ayala	22 – 24	800 – 1 000

Fuente: Prontuarios de información municipales (INEGI).



**Figura IV.2.1.1** Tipos de clima presentes en el trayecto correspondiente al gasoducto en el municipio de Cuernavaca.

Fuente: **Prontuario de Información Geográfica Municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Municipio de Cuernavaca. Año 2009.**

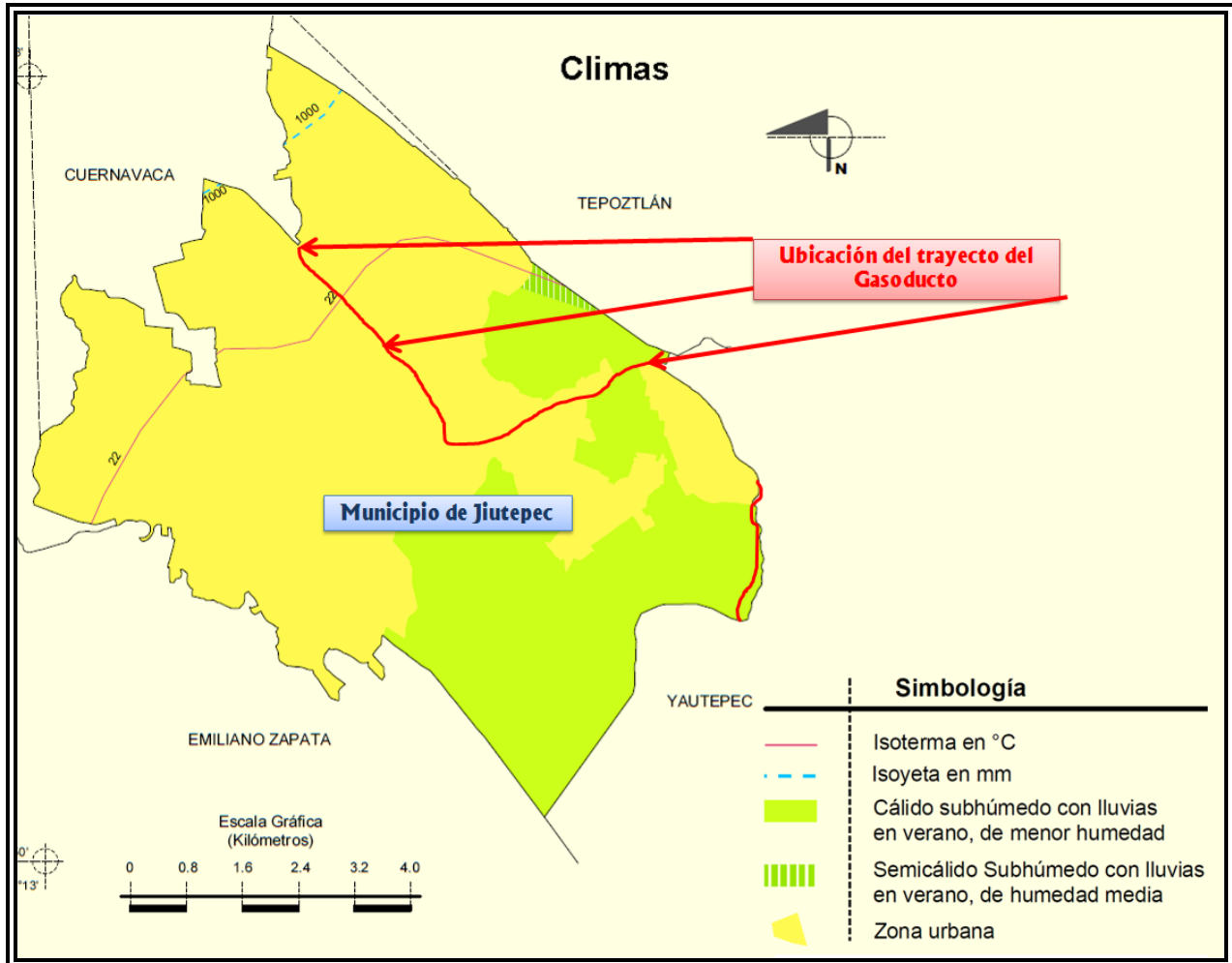
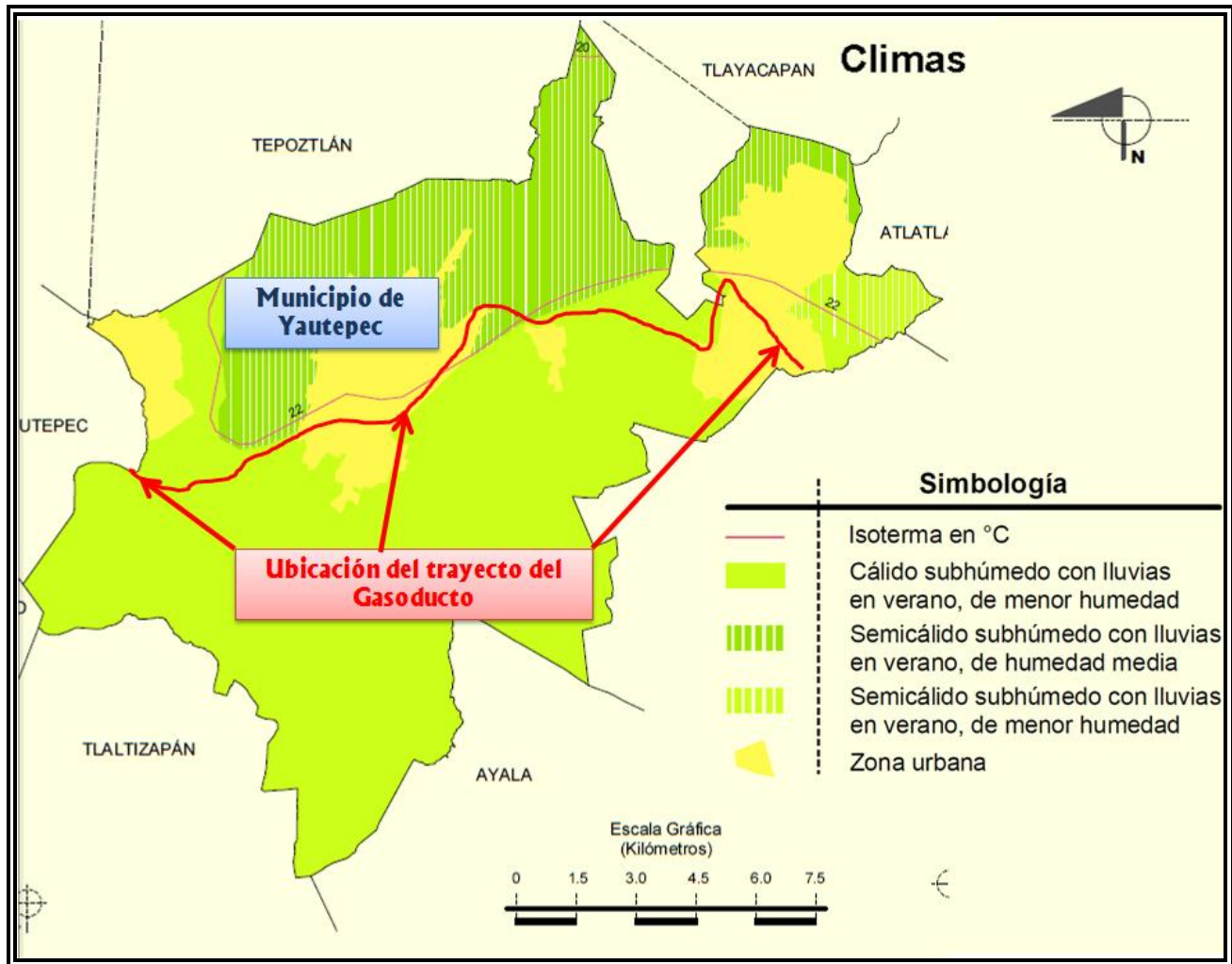


Figura IV.2.1.2 Tipos de clima presentes en el trayecto correspondiente al gasoducto en el municipio de Jiutepec.

Fuente: Prontuario de Información Geográfica Municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Municipio de Jiutepec. Año 2009.



**Figura IV.2.1.3** Tipos de clima presentes en el trayecto correspondiente al gasoducto en el municipio de Yautepec.

Fuente: [Prontuario de Información Geográfica Municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Municipio de Yautepec. Año 2009.](#)



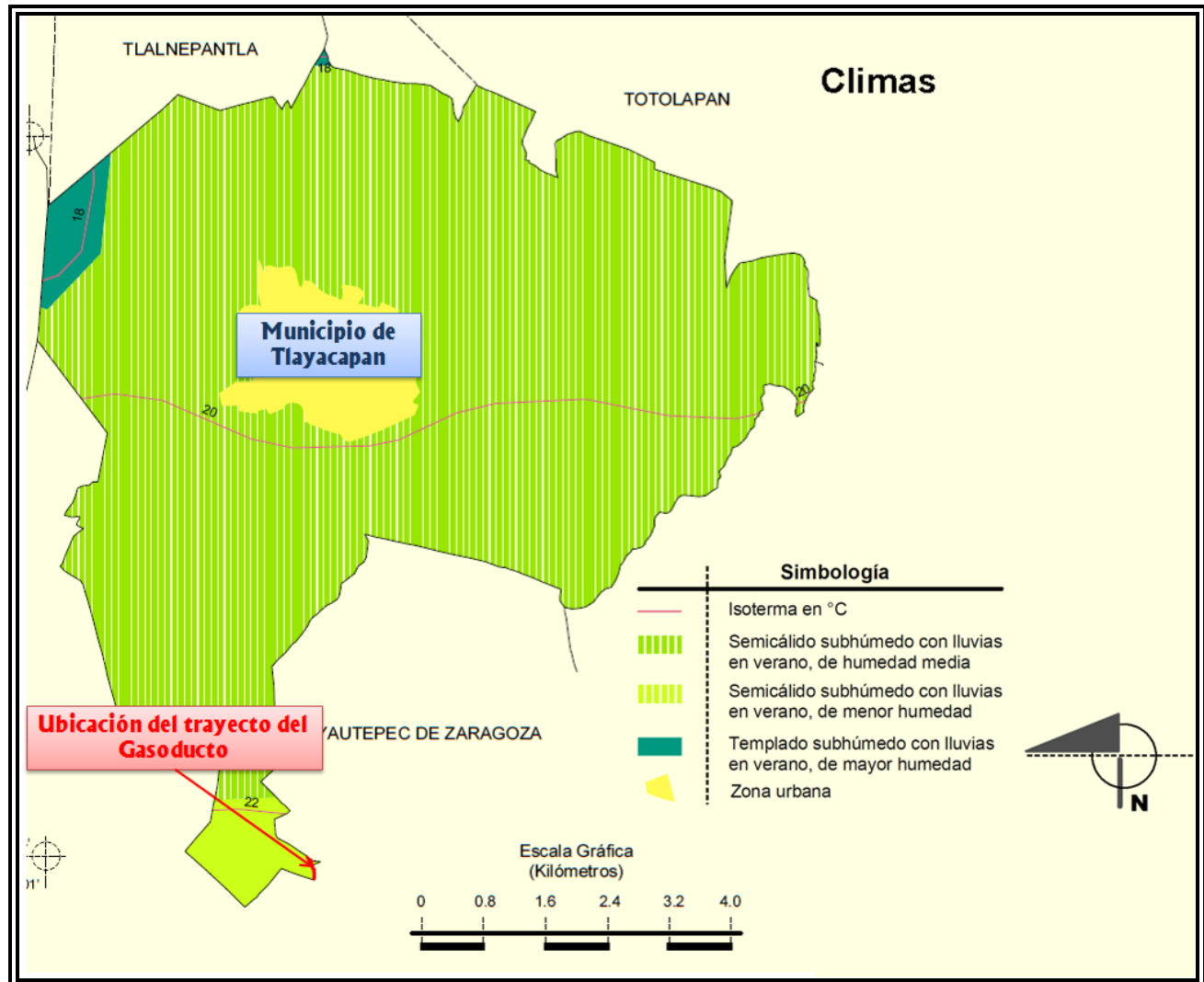


Figura IV.2.1.4 Tipos de clima presentes en el trayecto correspondiente al gasoducto en el municipio de Tlayacapan.

Fuente: Prontuario de Información Geográfica Municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Municipio de Tlayacapan. Año 2009.

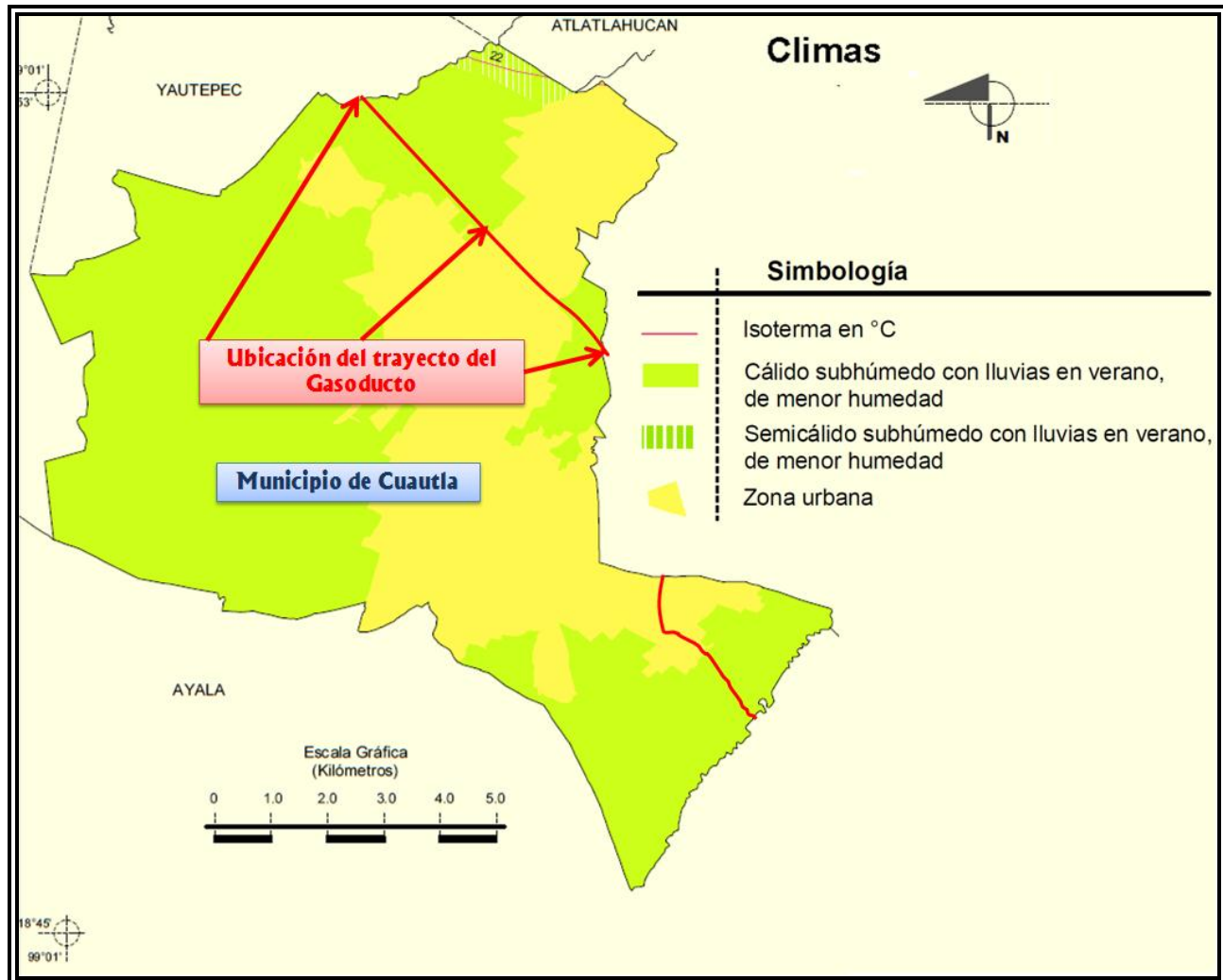
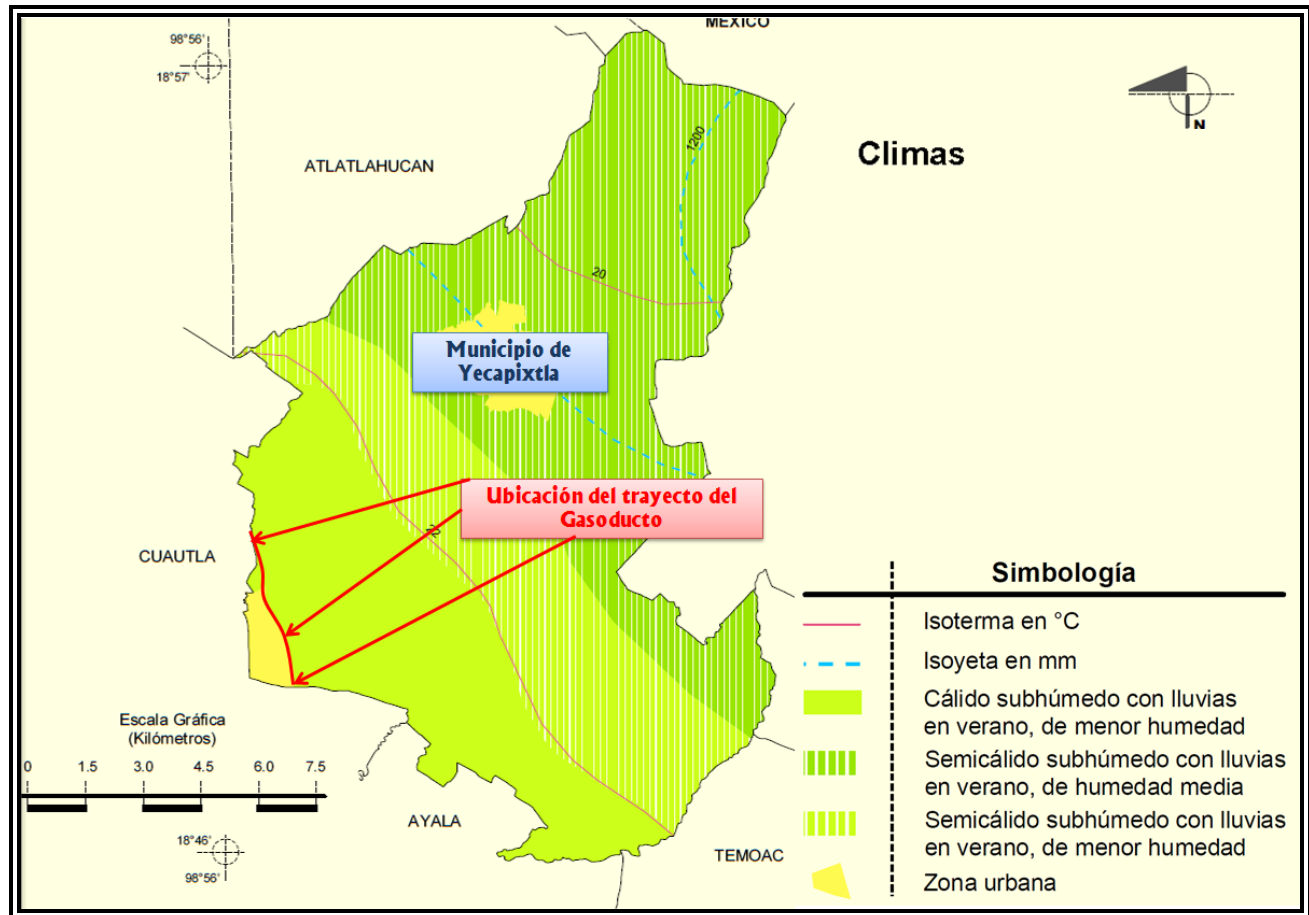


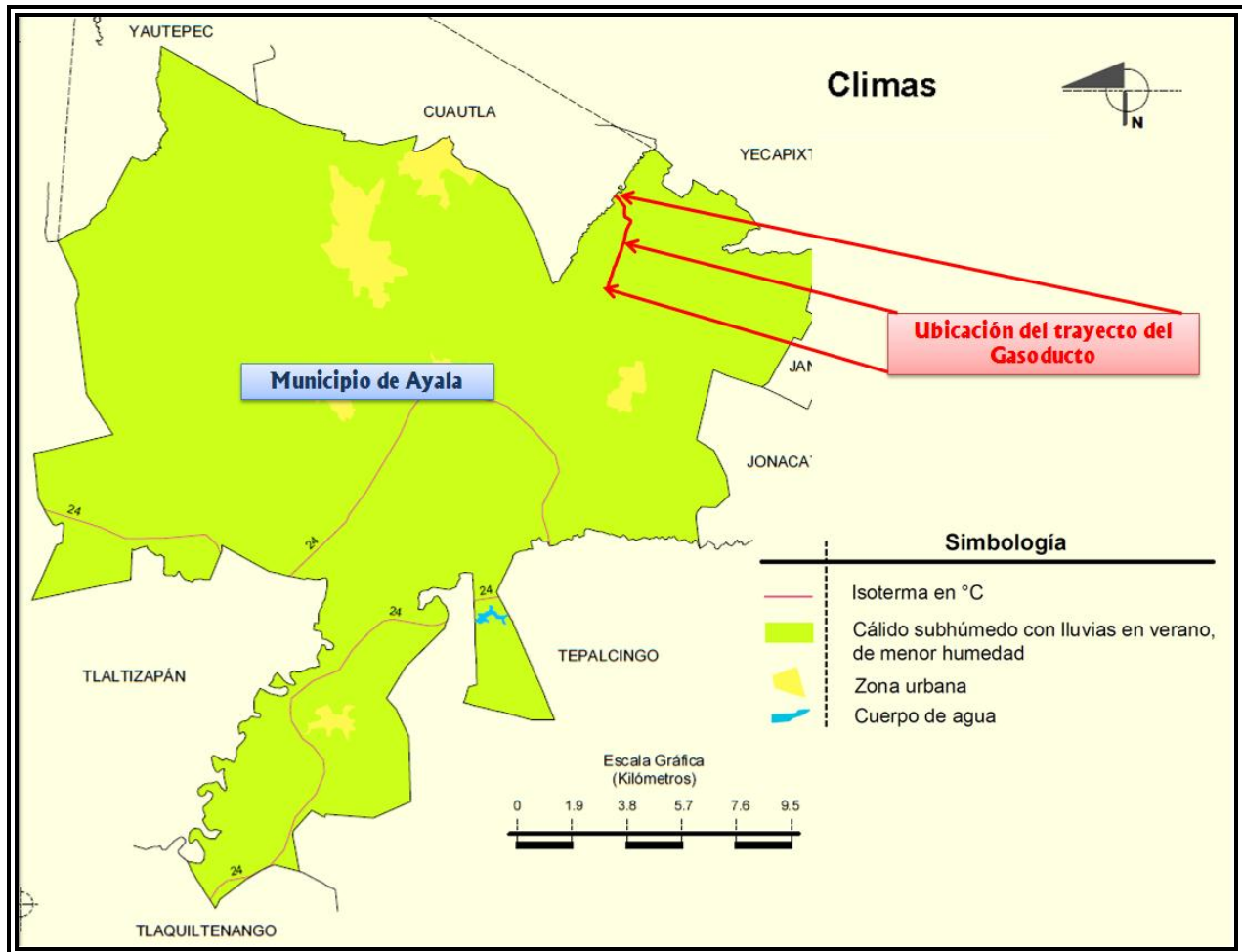
Figura IV.2.1.5 Tipos de clima presentes en el trayecto correspondiente al gasoducto en el municipio de Cuautla.

Fuente: [Prontuario de Información Geográfica Municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Municipio de Cuautla. Año 2009](#)



**Figura IV.2.1.6** Tipos de clima presentes en el trayecto correspondiente al gasoducto en el municipio de Yecapixtla.

Fuente: Prontuario de Información Geográfica Municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Municipio de Yecapixtla. Año 2009.



**Figura IV.2.1.7** Tipos de clima presentes en el trayecto correspondiente al gasoducto en el municipio de Ayala.

Fuente: **Prontuario de Información Geográfica Municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Municipio de Ayala. Año 2009**

Como se aprecia en las figuras anteriores (**Figuras IV.2.1.1 a la IV.2.1.7**), el tipo de clima predominante en el derecho de vía donde se instalará el gasoducto es cálido subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad, con un rango de precipitación entre los 800 y 1 000 mm anuales, y temperatura anual desde los 18 hasta los 24°C.





### Fenómenos Climatológicos.

En los municipios donde se desarrolla el proyecto se presentan fenómenos climatológicos, tales como precipitaciones muy fuertes o en su caso la ausencia de éstas, en el estado de Morelos la presencia de fríos extremos en casi toda la época del año se registran en el municipio de Tetela del Volcán, por ser el municipio que presenta mayor altitud sobre el nivel del mar en comparación con otros municipios del estado.

### Información histórica de Fenómenos Climatológicos.

México ha sufrido los efectos de tormentas tropicales y ciclones en los últimos 10 años, provenientes tanto del Océano Atlántico como del Océano Pacífico, a continuación se presentan datos históricos de los eventos climatológicos ocurridos en el período del 2000 al 2008.

**Tabla IV.2.1.2** Huracanes y tormentas tropicales registradas en México del 2000 al 2008.

Año	Océano	Nombre	Categoría en Impacto	Estados Afectados
2008	Pacífico	Odile	TT	Guerrero, Michoacán y Colima
		Norbert	H2	BCS, Sonora y Chihuahua
	Atlántico	Marco	TT	Veracruz, San Luis Potosí, Hidalgo y Puebla
	Pacífico	Lowell	DT	BCS, Sinaloa y Sonora
	Atlántico	Dolly	TT	Quintana Roo, Yucatán, Tamaulipas, Nuevo León, Coahuila y Chihuahua
	Pacífico	DT 5E	DT	Michoacán
2007	Atlántico	Arthur	TT	Quintana Roo, Campeche y Tabasco
	Atlántico	Lorenzo	H1	Veracruz, Puebla e Hidalgo
	Pacífico	Henriette	H1	BCS y Sonora
	Atlántico	Dean	H5	Quintana Roo, Campeche, Veracruz, Puebla, Hidalgo y Querétaro
2006	Pacífico	Pacífico	TT	Chiapas
		Norman	DT	Colima, Michoacán y Jalisco
		Lane	H3	Sinaloa y Colima
2005	Atlántico	John	H2	BCS
		Wilma	H4	Quintana Roo y Yucatán
		José	TT	Veracruz, Puebla, Tlaxcala, Edo. México y D.F.
		Gert	TT	Veracruz, San Luis Potosí, Tamaulipas y Nuevo León
	Pacífico	Emily	H4	Quintana Roo, Yucatán, Tamaulipas y Nuevo León
	Atlántico	Dora	TT	Guerrero, Michoacán y Colima
2004	Pacífico	Cindy	DT	Quintana Roo y Yucatán
		Bret	TT	Veracruz, Tamaulipas, San Luis Potosí e Hidalgo
		DT 16E	DT	Sinaloa
2003	Pacífico	Lester	TT	Guerrero
		Javier	DT	BCS y Sonora
2002	Pacífico	Marty	H2	BCS, Sonora y Baja California
		Ignacio	H2	BCS
2001	Atlántico	Erika	H1	Tamaulipas, Nuevo León, Coahuila y Yucatán
		Kenna	H4	Nayarit, Jalisco, Sinaloa, Durango y Zacatecas
2000	Pacífico	Isidore	H3	Quintana Roo, Yucatán y Campeche
		Juliette	H1	BCS, Sonora y Sinaloa
2000	Atlántico	Keith	TT(H1)	Quintana Roo, Campeche, Tamaulipas, Nuevo León, San Luis Potosí y Veracruz

H: Huracán  
TT: Tormenta Tropical  
DT: Depresión Tropical

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional (SMN)  
Comisión Nacional del Agua (CNA)



A continuación se muestran las áreas más susceptibles a huracanes dentro del país (Ver Figuras IV.2.1.8 y IV.2.1.9).



Figura IV.2.1.8 Huracanes Moderados con impacto sobre México. Categorías I y II, durante el período de 1970 al 2008.



Figura IV.2.1.9 Huracanes Intensos con impacto sobre México. Categorías III, IV y V, durante el período de 1970 al 2008.

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional (SMN)



De acuerdo a la **Tabla IV.2.1.2** y a las **Figuras IV.2.1.8 y IV.2.1.9**, se puede considerar que el área donde se ubicará el proyecto, no es susceptible de fenómenos climatológicos, tales como Huracanes y Tormentas Tropicales, ya que durante el período del año 2000 al 2008, no se registraron intemperismos de este tipo que afectaran al estado de Morelos.

❖ **Geología y Geomorfología.**

**Características litológicas.**

**Estado de Morelos.**

Existen solamente afloramientos de rocas ígneas y sedimentarias, las cuales son las más jóvenes y abundantes. Además las estructuras geológicas más notables son las constituidas por los aparatos volcánicos y sus grandes espesores de lava. Por lo anterior, el estado de Morelos queda comprendido en la mayor parte de su superficie por la provincia del Eje Neovolcánico.

– *Eje Neovolcánico.*

Esta provincia cubre la mayor parte del estado, desde el norte al sureste; limita al sur y occidente con la cuenca del Balsas, que es una subprovincia de la Sierra Madre del Sur.

*Estratigrafía*

Las rocas más antiguas en el Eje Neovolcánico dentro del estado de Morelos son las ígneas extrusivas de composición intermedia (andesitas), que afloran al oeste de Huitzilac y datan probablemente del Terciario Medio; simultáneamente a estas rocas aflora al noroeste de Tepalzingo un pequeño cuerpo intrusivo.

Sobreyaciendo a las rocas intermedias afloran rocas sedimentarias clásticas (areniscas-conglomerado), así como un complejo volcánico constituido por diferentes tipos de rocas ígneas, como son: riolitas, tobas, brechas volcánicas y basaltos.

*Geología económica*

En la provincia del Eje Neovolcánico se realiza la explotación del yacimiento de origen hidrotermal que existe en el estado. Del cual se extraen minerales metálicos como sulfuros de plata y plomo. Este yacimiento se encuentra localizado en la población de Huautla, y se presenta en forma de vetas, las cuales tienen forma de rocas andesíticas terciarias y tienen longitudes de aproximadamente 900 x 1 m de espesor.

Los materiales volcánicos que abundan en esta provincia, son en su mayoría susceptibles de aprovechamiento y suelen ser utilizados como material de construcción; entre los que destaca el tezontle, que se explota en numerosos bancos y se usa en acabados de obras y vías terrestres, así como en el agregado de concretos ligeros en la fabricación de tabicón.

**Fuente: Instituto Nacional de Geografía y Estadística. (INEGI)**

A continuación se presenta un mapa representativo de las características geológicas existentes dentro del estado de Morelos (**Ver Figura IV.2.1.10**).

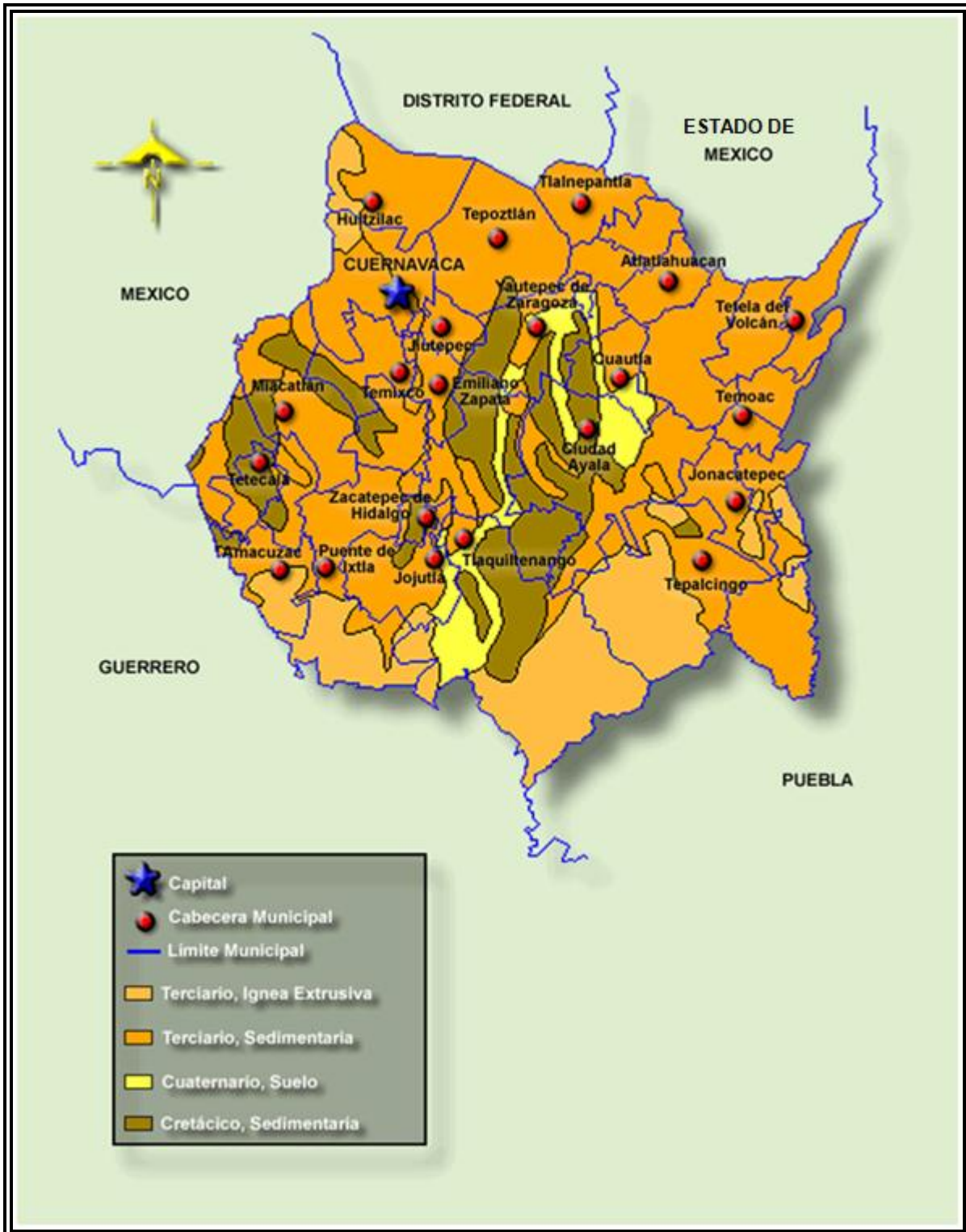


Figura IV.2.1.10 Mapa Geológico del Estado de Morelos.

Fuente: Instituto Nacional de Geografía y Estadística. (INEGI)





Municipio de Cuernavaca.

El 53,32% del territorio del municipio de Cuernavaca se localiza en el Eje Neovolcánico, y el 46,68% dentro de la Sierra Madre del Sur. Las formaciones geológicas que se presentan en la región donde se ubica el municipio, son de los periodos Cretácico y Cuaternario, predominando las rocas ígneas extrusivas, basaltos, andesitas y tobas, así como las rocas sedimentarias, areniscas, conglomerados, calizas, lutitas y las rocas piroclásticas o materiales cineríticos.

**Tabla IV.2.1.3** Características Litológicas del municipio de Cuernavaca.

Clasificación Litológica	Tipo de Roca	Porcentaje de Superficie (%)
Sedimentaria	Arenisca-conglomerado	44,08
	Brecha sedimentaria	1,13
Ígnea Extrusiva	Basalto	5,72
	Andesita	5,66
	Basalto-brecha volcánica básica	5,42

Fuente: **Prontuario de Información (INEGI). Municipio de Cuernavaca.**

Municipio de Jiutepec.

Este municipio se localiza en la provincia del Eje Neovolcánico con un porcentaje del 28,96% de su superficie, ya que el resto (71,04%) se localiza en la provincia de la Sierra Madre del Sur. Por otra parte, cuenta con una variedad de rocas como calizas y lutita arenisca (sedimentarias), así como basaltos (ígneas extrusivas), las cuales datan de los periodos Cretácico y Cuaternario.

**Tabla IV.2.1.4** Características Litológicas del municipio de Jiutepec.

Clasificación Litológica	Tipo de Roca	Porcentaje de Superficie (%)
Sedimentaria	Caliza	12,88
	Lutita arenisca	4,56
Ígnea Extrusiva	Basaltos	8,23

Fuente: **Prontuario de Información (INEGI). Municipio de Jiutepec.**

Municipio de Yautepec.

El municipio se localiza en la parte centro-norte del estado de Morelos, con el 59,49% de su superficie dentro de la provincia del Eje Neovolcánico y el 40,51% de la misma dentro de la Sierra Madre del Sur.

La litología del municipio es muy variada, por lo que a continuación se indican los tipos de roca presentes en el municipio de Yautepec. (**Ver Tabla IV.2.1.5**).



**Tabla IV.2.1.5** Características Litológicas del municipio de Yautepec.

Clasificación Litológica	Tipo de Roca	Porcentaje de Superficie (%)
Sedimentaria	Caliza	23,47
	Conglomerado	5,94
	Arenisca-conglomerado	1,37
	Brecha sedimentaria	0,42
	Lutita-arenisca	0,29
Ígnea Extrusiva	Basalto	14,55
	Toba intermedia	0,93
	Basalto-brecha volcánica básica	0,64
	Brecha volcánica básica	0,42
	Andesita	0,16
	Toba básica brecha volcánica básica	0,03

Fuente: **Prontuario de Información (INEGI). Municipio de Yautepec.**

Municipio de Tlayacapan.

El 100% de la superficie de este municipio se localiza en el área correspondiente a la provincia del Eje Neovolcánico; las rocas existentes dentro del territorio municipal, datan de los periodos Cuaternario y Neógeno, de las cuales se identifican principalmente:

Ígnea extrusiva: Basalto (44,69%), toba intermedia (7,11%), basalto-brecha volcánica básica (4,16%), toba básica (1,49%) y brecha volcánica básica (1,17%).

Sedimentaria: Brecha sedimentaria (15,4%).

Fuente: **Prontuario de Información (INEGI). Municipio de Tlayacapan.**

Municipio de Cuautla.

Al igual que el municipio de Tlayacapan, la superficie territorial del municipio de Cuautla se localiza en su 100% dentro de la provincia del Eje Neovolcánico, además cuenta con rocas que datan de los periodos Cuaternario, Neógeno y Cretácico del tipo:

Sedimentaria: Arenisca-conglomerado (18,88%), caliza (6,42%) y lutita-arenisca (1,34%).

Ígnea Extrusiva: Basalto-brecha volcánica básica (2,68%) y toba básica-brecha volcánica básica (0,72%).

Fuente: **Prontuario de Información (INEGI). Municipio de Cuautla.**

Municipio de Yecapixtla.

El municipio de Yecapixtla tiene una litología muy variada, en la cual se presentan rocas que datan de los periodos Neógeno y Cuaternario, principalmente. El territorio municipal se localiza en su totalidad dentro de la provincia del Eje Neovolcánico, en el cual podemos encontrar clasificaciones de rocas tipo:

Sedimentarias: Arenisca-conglomerado (76,31%).

Ígnea extrusiva: Toba básica-brecha volcánica básica (14,84%), basalto-toba básica (1,04%), basalto (0,69%) y brecha volcánica básica (0,64%).

Fuente: **Prontuario de Información (INEGI). Municipio de Yecapixtla.**



*Municipio de Ayala.*

Este municipio se localiza en la parte centro del estado de Morelos, con el 67,77% de su superficie dentro de la provincia del Eje Neovolcánico y el 32,23% de la misma dentro de la Sierra Madre del Sur. Las rocas localizadas en este municipio datan de los períodos Neógeno, Paleógeno, Cretácico, Cuaternario y Terciario, y son clasificación del tipo:

*Sedimentaria*: Arenisca-conglomerado (20,72%), caliza (19,8%), conglomerado (18,29%) y lutita-arenisca (2,39%).

*Ígnea extrusiva*: Andesita-toba intermedia (8,11%), toba ácida (4,85%), toba básica brecha volcánica básica (1,75%), volcanoclástico (0,62%) y brecha volcánica básica (0,29%).

*Ígnea intrusiva*: Pórfido andesítico (0,49%).

*Metamórfica*: Skarn (1,32%).

**Fuente: Prontuario de Información (INEGI). Municipio de Ayala.**

De acuerdo a lo anterior y en base a la **Figura IV.2.1.11**, el derecho de vía del gasoducto principal, estará localizado en áreas donde los tipos de roca son principalmente de la clase sedimentaria, donde se pueden encontrar rocas tipo areniscas, calizas, conglomerado y lutitas, así como en algunos casos combinaciones entre algunas de ellas. Cabe mencionar, que el gasoducto se ubicará dentro de zonas urbanas, las cuales están creciendo sobre suelos, donde existen rocas ígneas extrusivas del Cuaternario y rocas sedimentarias del Paleógeno, principalmente.

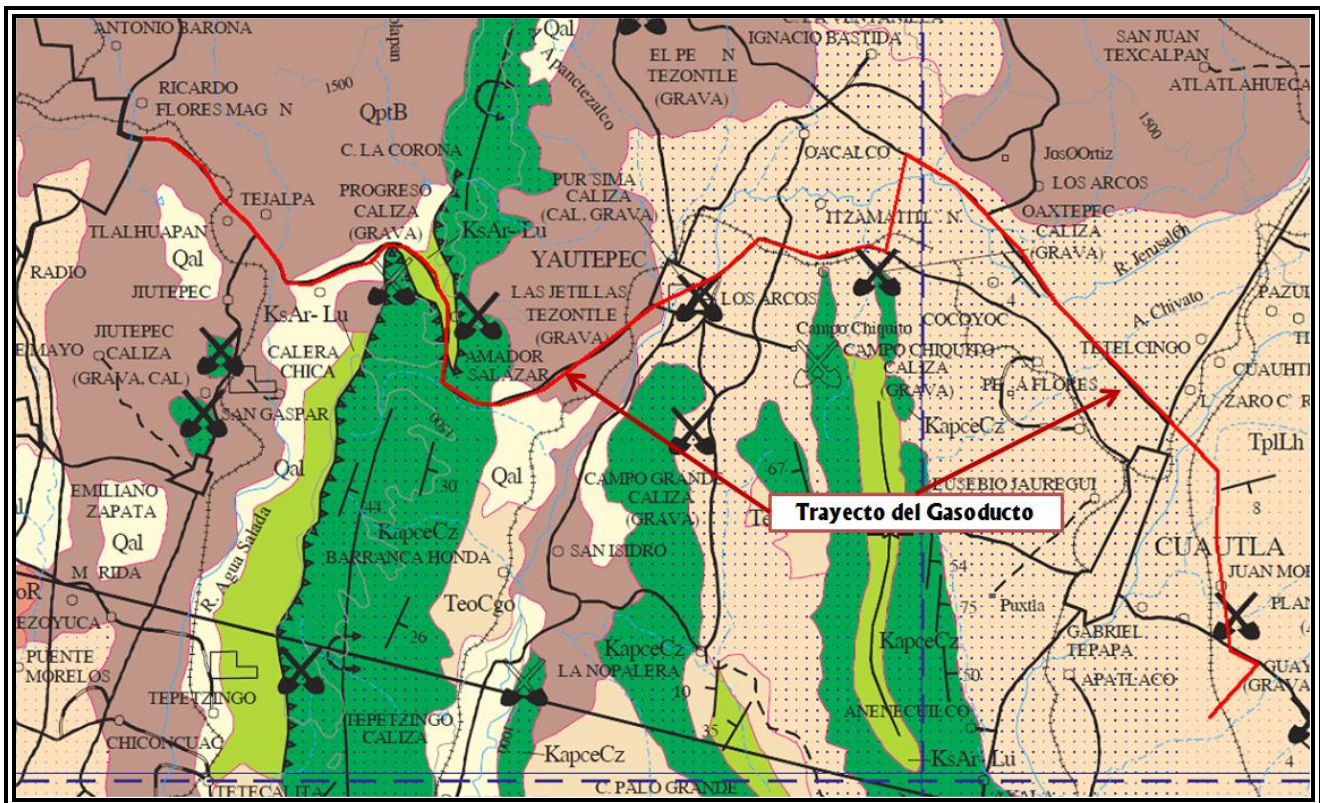


Figura IV.2.1.11 Croquis Geológico de la zona donde se ubicará el Gasoducto.

Fuente: Carta Geológico-Minera, Cuernavaca E14-5. Servicio Geológico Mexicano (SGM)

### **Características Geomorfológicas y del Relieve.**

#### **Municipio de Cuernavaca.**

El municipio de Cuernavaca tiene una prolongación de los cerros del Ajusco que forman lomeríos, cuyo tamaño depende de la dirección que tienen las principales barrancas que lo cruzan, como son: la barranca del Tecolote, la del Túnel o del Diablo y la loma de Amanalco. La loma occidental es una prolongación de los cerros de Tetela y Atzingo, que forman una serie de columpios que terminan en la barranca del Salto. Por otra parte, las principales alturas son: los cerros de Zempoala y del Campanario, mismos que conforman la serranía de Chalma y Ocuila. Al oriente se tiene la serranía de Tepoztlán y el cerro de la Herradura. Además, se presentan tres formas de relieve; zonas accidentadas que cubren el 24,2% del terreno, al centro, al oeste y norte del municipio; zonas semiplanas con una extensión del 70,7% del terreno, al centro-oriental del municipio; y las zonas planas que abarcan el 5,1% del terreno, al sureste y suroeste del municipio.

Fuente: Gobierno municipal de Cuernavaca. Página Web.

#### **Municipio de Jiutepec.**

El terreno en su mayoría es plano, sin embargo, en el norte se presenta una zona accidentada del relieve, caracterizado por la presencia de rocas erosionadas de origen volcánico, en un ambiente árido conocido con el nombre de Texcal de Tejalpa; en las depresiones de lava se encuentra la laguna de Acolapan, las aguas se resumen en el mismo lugar y afloran en una grieta basáltica en San Gaspar.

Fuente: Gobierno municipal de Jiutepec. Página Web.





### Municipio de Yautepec.

Al oriente del municipio está la cordillera del cerro de la Tetillas que alcanza en algunos puntos los 1 634 m de altura, así mismo, se encuentra el cerro del Pericón con 1 500 m de altura; al sur se localiza el cerro de Montenegro de 1 600 m; al poniente el cerro de la Iglesia Vieja con 1 200 m y el cerro de Calderón que separa los valles de Amilpa y de Yautepec.

Las zonas accidentadas cubren el 15% del territorio al poniente y al sur del municipio; las zonas semiplanas abarcan el 25% en dirección norte, poniente y parte del sur, y las zonas planas en el centro del municipio con el 60% de la superficie total del mismo.

**Fuente: Gobierno municipal de Yautepec. [Página Web.](#)**

### Municipio de Tlayacapan.

El municipio se encuentra rodeado por una cadena de cerros; en el sur se encuentra ubicado el cerro de la Ventanilla, el Sombrerito o Yacatl (nariz); en el Oeste, el cerro de Huixtlalzink, Tlatoani y el Zualopapalozink (mariposita señora), el más alto tiene 505 m de altura; en el Noroeste, el cerro de Tezontlala, Cuitlazimpa y Tepozoco; y en el Norte, la loma de la Amixtepec, a una altura de 1 630 metros sobre el nivel del mar (msnm).

**Fuente: Gobierno municipal de Tlayacapan. [Página Web.](#)**

### Municipio de Cuautla.

En el municipio de Cuautla se presentan tres formas características de relieve, que son las accidentadas en la parte sur y poniente del municipio, conformadas por cerros aislados en dichas zonas; las semiplanas en el oriente, compuestas por los lomeríos que ahí se encuentran; y las zonas planas en la parte centro-norte y sur, ocupando más del 60% de la superficie total del municipio.

**Fuente: Gobierno municipal de Cuautla. [Página Web.](#)**

### Municipio de Yecapixtla.

El municipio forma parte de las depresiones del sistema orográfico del Volcán Popocatepetl, bajando desde los 5 492 m que es la cima del mismo. La máxima altura dentro del municipio de Yecapixtla es el cerro de Achichipico que tiene 2 110 m de altura y el cerro del Mirador con 1 882 m.

**Fuente: Gobierno municipal de Yecapixtla. [Página Web.](#)**

### Municipio de Ayala.

El municipio forma parte de los fértiles valles del Plan de Amilpas, los cerros más importantes son El Matitica, El Aguacate, El Jumil y el Cerro Prieto, que alcanzan una altura de 1 500 m sobre el nivel del mar. Además existe una llanura formada por la cuenca hidrológica del río Cuautla. Al oriente se ubican los cerros de la Iglesia Vieja de Tlayecac y el llamado San Juan Jaloxtoc.

**Fuente: Gobierno municipal de Ayala. [Página Web.](#)**

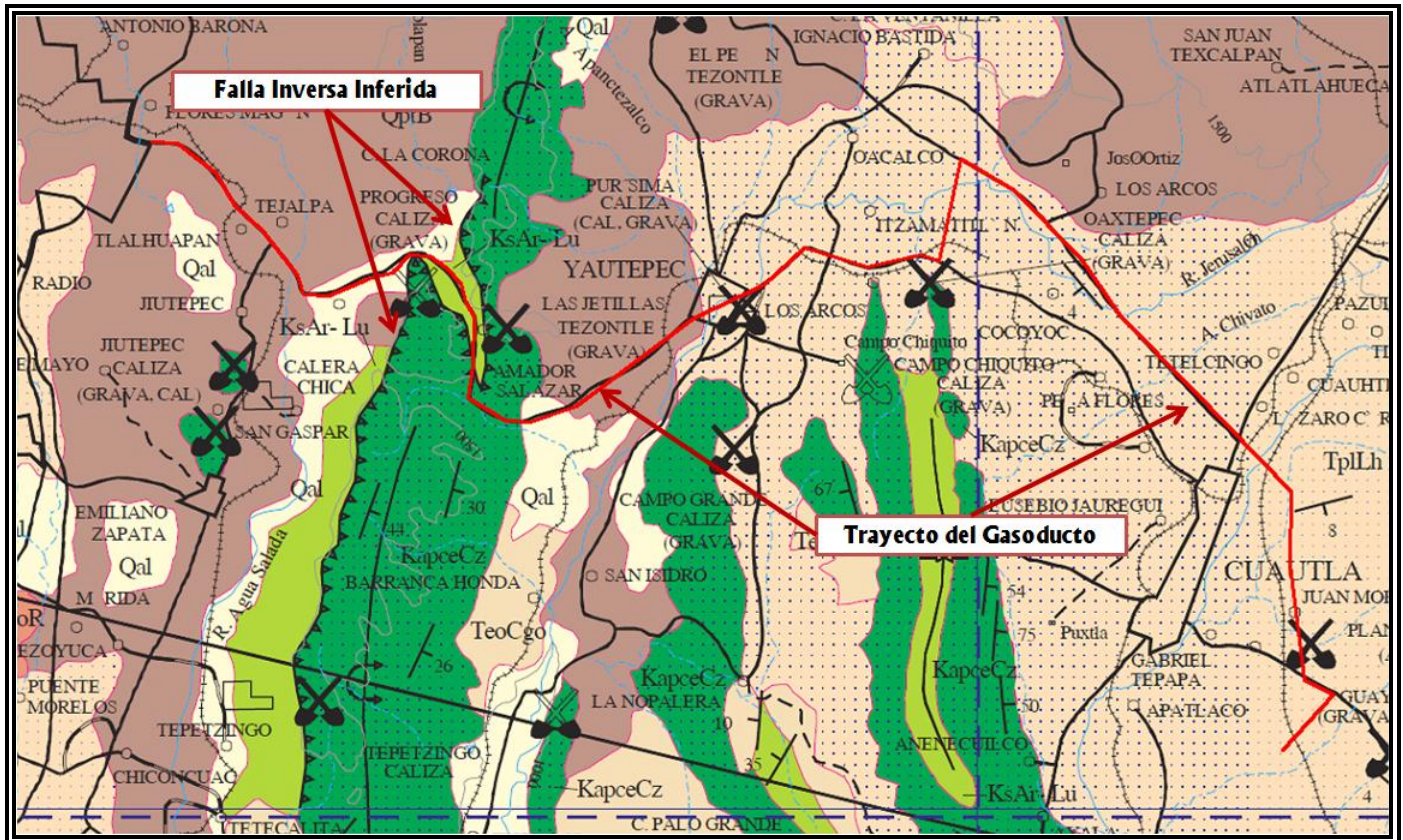
En lo que respecta a la ubicación del derecho de vía del gasoducto principal, se encuentra que pasará por algunas zonas donde la geomorfología y el relieve de las mismas es muy accidentado, ya que en el municipio de Yautepec se localiza el Cañón de Lobos, y en los municipios de Yecapixtla y Cuautla la Barranca Santa María.



**Presencia de Fallas y Fracturamientos.**

De acuerdo a los datos del INEGI y como se aprecia en la **Figura IV.2.1.12**, dentro del derecho de vía del gasoducto principal, en los límites del municipio de Jiutepec y Yautepec se localiza una falla del tipo inversa inferida, la cual se caracteriza por la compresión de las placas tectónicas, sin embargo, de acuerdo a los datos históricos del Servicio Sismológico Nacional (SSN) de la UNAM, no se han registrado sismos en la zona donde se ubica dicha fractura.

Fuente: Instituto Nacional de Geografía y Estadística (INEGI)



**Figura IV.2.1.12** Croquis Geológico de la zona donde se ubicará el Gasoducto, apreciándose la presencia de una falla geológica en el derecho de vía del mismo.

Fuente: Carta Geológico-Minera, Cuernavaca E14-5. Servicio Geológico Mexicano (SGM)



### **Susceptibilidad de la zona.**

Como se describió anteriormente, el estado de Morelos no ha sufrido daños por la llegada de huracanes en los últimos 10 años, por lo que de acuerdo a estos datos se considera que la zona donde se ubicará el derecho de vía no es susceptible a inundaciones causadas por fenómenos climatológicos, tales como Huracanes o Tormentas Tropicales, principalmente.

Sin embargo, el estado de Morelos ha sido abatido por fenómenos sísmicos, los cuales han ocasionado afectaciones menores a la población y a la infraestructura del estado, debido a la baja magnitud de los mismos. A continuación se presentan los sismos registrados desde el año 2006 a la fecha.

**Tabla IV.2.1.6 Sismos registrados en el estado de Morelos.**

Fecha	Profundidad (Km)	Escala	Zona
25 de Enero del 2007	14	3,8	9 Km al Noreste de Tepoztlán
20 de Junio del 2007	1	3,7	6 Km al Sureste de Yecapixtla
25 de Noviembre del 2007	2	3,8	6 Km al Noroeste de Xoxocotla
19 de Abril del 2008	5	3,3	13 Km al Noroeste del Puente de Ixtla
02 de Enero del 2009	5	3,7	4 Km al Norte de Yecapixtla
08 de Enero del 2009	6	3,6	16 Km al Suroeste del Puente de Ixtla
15 de Agosto del 2009	20	3,3	7 Km al Noroeste de Xoxocotla
26 de Octubre del 2009	32	3,3	4 Km al Noreste de Yecapixtla
26 de Noviembre del 2009	60	3,6	15 Km al Sureste del Puente de Ixtla
08 de Enero del 2010	5	3,2	3 Km al Este de Cuernavaca
10 de Febrero del 2010	13	3,2	3 Km al Noroeste del Puente de Ixtla
26 de Junio del 2011	20	3,3	9 Km al Noroeste de Tepoztlán

Fuente. Servicio Sismológico Nacional (SSN)

En base a la tabla anterior, se observa que en los últimos 5 años se han registrado un total de 12 sismos, de los cuales, de acuerdo a lo que establece el Servicio Sismológico Nacional (SSN), 6 de ellos con magnitud menor a 3,5 lo cual produce movimientos sísmicos que generalmente no se sienten, por lo que no causan daños a la población ni a la infraestructura de la zona donde se generan; así mismo, los otros 6 restantes son sismos con magnitud mayor a 3,5, que de acuerdo al SSN son fenómenos que a menudo se sienten, y solo causan daños menores a la población e infraestructura presente en la zona donde se generan. Por lo que se considera que el estado de Morelos, es un territorio susceptible a movimientos sísmicos, sin embargo, no se han registrado fenómenos que hayan causado afectaciones graves a la población del estado.

Cabe mencionar, que los registros de los sismos indicados en la **Tabla IV.2.1.6**, son fenómenos registrados fuera del derecho de vía donde se instalará el gasoducto principal, por lo que se puede considerar que dicha área no es susceptible a sismicidad.

En cuanto a la susceptibilidad de la zona a erupciones volcánicas, cabe mencionar que el derecho de vía que se ubicará en los municipios de Cuautla y Yecapixtla, cae dentro de la zona de peligros del Volcán Popocatepetl, ya que en caso de presentarse erupciones volcánicas muy grandes, los municipios antes mencionados se verían afectados por la caída de materiales volcánicos, en específico por arena volcánica.

Fuente: Mapa de Peligros del Volcán Popocatépetl. CENAPRED.





❖ **Suelos.**

**Tipos de suelo.**

En el aspecto edafológico de la zona donde se ubicará el derecho de vía del gasoducto principal, este se localizará en suelos del tipo *Vertisol*, los cuales son aquellos suelos donde hay un alto contenido de arcilla expandida, la cual forma profundas grietas en las estaciones secas, así mismo, también se localizan suelos tipo *Phaeozem*, los cuales son característicos por poseer una marcada acumulación de materia orgánica y ser aptos para las actividades de agricultura. Otro tipo de suelo presente en el derecho de vía del gasoducto principal, es el *Andosol*, el cual agrupa suelos de origen volcánico de colores oscuros y muy porosos, ya que se desarrollan a partir de cenizas y otros materiales volcánicos ricos en elementos vítreos.

**Tabla IV.2.1.7** Tipos de suelo localizados en los municipios donde se ubicará el proyecto.

<b>Municipio</b>	<b>Tipo de Suelo</b>
Cuernavaca	<i>Phaeozem</i> (25,17%), <i>Andosol</i> (18,91%), <i>Luvisol</i> (17,9%) y <i>Vertisol</i> (0,03%).
Jiutepec	<i>Leptosol</i> (21,52%) y <i>Phaeozem</i> (9,47%).
Yautepec	<i>Leptosol</i> (31,88%), <i>Vertisol</i> (27,32%), <i>Phaeozem</i> (15,57%), <i>Andosol</i> (5,46%), <i>Kastañozem</i> (1,76%), <i>Regosol</i> (0,82%) y <i>Arenosol</i> (0,07%).
Tlayacapan	<i>Regosol</i> (43,46%), <i>Andosol</i> (33,01%), <i>Vertisol</i> (9,08%), <i>Phaeozem</i> (5,06%) y <i>Leptosol</i> (3,32%).
Cuautla	<i>Vertisol</i> (44,62%), <i>Leptosol</i> (8,0%), <i>Andosol</i> (5,41%) y <i>Arenosol</i> (4,83%).
Yecapixtla	<i>Vertisol</i> (38,20%), <i>Andosol</i> (19,26%), <i>Regosol</i> (16,08%), <i>Arenosol</i> (13,25%) y <i>Durisol</i> (8,15%).
Ayala	<i>Vertisol</i> (34,55%), <i>Leptosol</i> (33,45%), <i>Kastañozem</i> (12,15%), <i>Phaeozem</i> (10,03%), <i>Chernozem</i> (4,8%) y <i>Regosol</i> (1,28%).

Fuente: **Prontuarios de información municipales. INEGI**

❖ **Hidrología Superficial y Subterránea.**

**Hidrología Superficial.**

**Estado de Morelos.**

Los recursos hidrológicos con que cuenta el estado de Morelos, incluyen a las fuentes de agua superficial y subterránea. Entre las primeras, se encuentran los ríos, arroyos y cuerpos de agua, como son lagos y presas. Las fuentes de agua subterránea comprenden el agua que se infiltra y se almacena en los materiales porosos y permeables del subsuelo. El agua subterránea puede circular lentamente a través de estos materiales, y eventualmente aflorar a la superficie en forma de manantiales.

Actualmente la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) considera que las cuencas hidrológicas son las unidades básicas de gestión de los recursos hídricos, y ha dividido el país en 13 Regiones Hidrológico-Administrativas, con el fin de administrar y preservar las aguas nacionales.

Dichas regiones están conformadas por agrupaciones de cuencas, respetando los límites municipales para la integración de la información socioeconómica.





En la cuenca hidrológica se considera la forma en la que escurre el agua en la superficie (cuencas hidrográficas) y en el subsuelo (acuíferos). En base a esto, las 718 cuencas hidrográficas en las que está dividido el país se encuentran agrupadas en 37 regiones hidrológicas, que a su vez se encuentran dentro de las 13 Regiones Hidrológico-Administrativas (Ver Figura IV.2.1.13).

El estado de Morelos forma parte de la Región Hidrológica del Río Balsas, la cual pertenece a la Región Hidrológico-Administrativa No. IV Balsas. A su vez, los municipios donde se ubicará el proyecto se localizan en su totalidad dentro de la cuenca del Río Grande de Amacuzac, la cual se divide en subcuencas de los Ríos Yautepec, Apatlaco, Cuautla y Río Bajo Amacuzac.

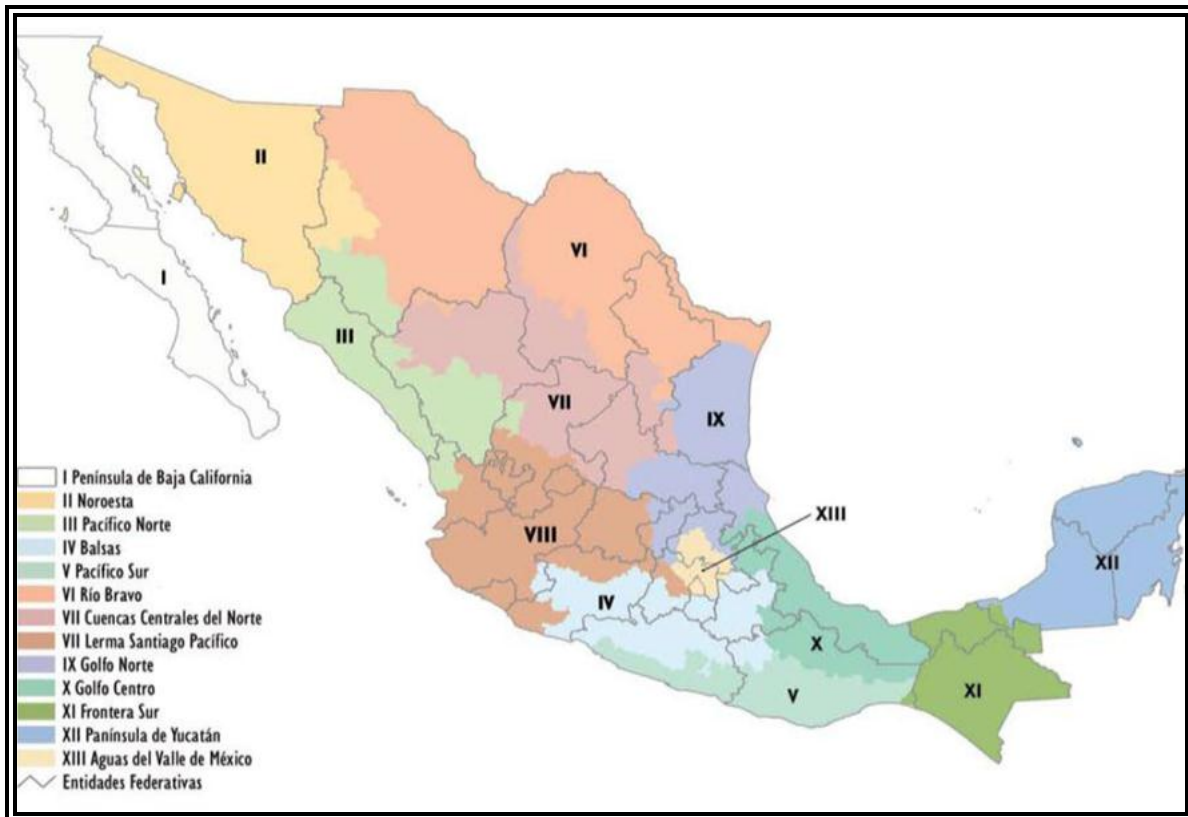


Figura IV.2.1.13 Regiones Hidrológico-Administrativas del Territorio Nacional, establecidas por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

Fuente: Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

### Municipio de Cuernavaca.

Los cauces formados en épocas de lluvias en las barrancas de Minaltepec, Ajomulco y Los Caldos con la cascada de San Antón, Los Pocitos, del Pollo y del Chiflón, forman el río de Cuernavaca; los cauces de Tepoztlán y Mexicapa, forman el río Tembembe; otras corrientes son las de las barrancas de las Canoas, que cruzan a Tetela del Monte y se unen a las de Atzingo; la del Tecolote que forma el Salto de San Antón; la Amanalco que desemboca en el río de Apatlaco; la de los Otates; la de Santa Úrsula desembocando en el río de Tetlama y la del Muerto que nace en Ahuatepec y atraviesa la Col. Flores Magón de la Ciudad de Cuernavaca.

Los manantiales con que cuenta este municipio son: Atzingo, el Túnel de Santa María, Sanguijuela, Huitzilac, Axomulco, el de Chapultepec y la Noria de Chamilpa.

Fuente: Gobierno municipal de Cuernavaca. Página Web.



Municipio de Jiutepec.

El municipio de Jiutepec es atravesado por una corriente que nace dentro del municipio de Tepoztlán, pasa por el puente de Tejalpa y se incorpora a Navajillas, recoge también agua de las fuentes de San Gaspar; en el pueblo de Jiutepec hay un pequeño cause que se forma en el cerro del mismo nombre.

En Jiutepec se localiza una buena parte de la reserva ecológica del Texcal, que es el depósito de agua más importante del estado y que por sus características biológicas requiere de un margen de conservación amplio, impidiendo descargas que pudieran agravar el problema de contaminación y disminuir los impactos negativos al paisaje de dicha reserva.

**Tabla IV.2.1.8** Rasgos hidrográficos del municipio de Jiutepec.

<b>Región hidrológica</b>	Cuenca de Amacuzac
<b>Ríos</b>	Río Apatlaco
<b>Arroyos</b>	San Gaspar
<b>Cuerpos de agua</b>	Laguna de Ahueyapan y Laguna Seca
<b>Manantiales</b>	Las Fuentes, Ojo de Agua y Cuauchiles
<b>Barrancas</b>	Analco y la Gachupina

Fuente: Plan de Desarrollo Municipal 2009-2012.

Municipio de Yautepec.

El municipio forma parte de la cuenca Río Grande Amacuzac que a su vez se conforma por dos subcuencas, la del río Cuautla y río Yautepec, además pertenece a tres microcuencas que se recargan en la parte norte y fluyen hacia el sur del municipio.

Cuenta con el río de Yautepec, que nace en los manantiales de Oaxtepec y recibe derrames de algunas corrientes fluviales, tales como la de Tlayacapan y la de Totolapan; cruza la cabecera municipal y se une con el río de Tepoztlán, pasa por las haciendas de Atribuyan y Xochimancas, y al entrar al municipio de Tlaltizapán cambia de nombre por el de Higuierón.

Entre los arroyos de caudal permanente más importantes del municipio están el Atongo, el de la Barranca del Esconde, el Huasosoycan y La villa, al sur del municipio. También existen caudales intermitentes como El Ignacio Bastida, El Itzamatitlán y la barranca del Bosque de aguas frías potables, además del manantial de aguas sulfurosas de Oaxtepec. Existen tres bordos y 34 pozos para extracción de agua.

Fuente: Gobierno municipal de Yautepec. Página Web.

Municipio de Tlayacapan.

El municipio de Tlayacapan carece de ríos y arroyos naturales, solo cuenta con las corrientes de las barrancas que descienden de la cordillera Neovolcánica; como arroyo de caudal temporal están los llamados: Tepanate, Chicotla, Huiconchi (Tlacuiloloapa), la de la Plaza y Santiago. Se cuenta además con Jagüeyes considerados como ollas para almacenar agua.

Fuente: Gobierno municipal de Tlayacapan. Página Web.



### Municipio de Cuautla.

El río Cuautla es el único que cruza el municipio y es alimentado por los escurrimientos del Popocatepetl conformando arroyos permanentes que se concentran al noreste, donde se forma el río Cuautla y cruza el municipio en dirección sureste. Existen dos bordos, uno en Tetelcingo y el otro en Calderón, así mismo, siete pozos para extracción de agua diseminados en el municipio. Además cuenta con una corriente hidrológica encargada de regar los campos del poniente de la entidad.

Fuente: [Gobierno municipal de Cuautla. Página Web.](#)

### Municipio de Yecapixtla.

Los recursos hidrográficos del municipio de Yecapixtla están formados por una serie de escurrimientos, que en forma permanente bajan a las estribaciones del Popocatepetl. Las formaciones de toba volcánica y de extractos de basalto, hacen que este municipio presente barrancas muy profundas como la propia de Yecapixtla, que nace en el Estado de México y pasa por Zahuatlán y Mexquemeca; esta barranca tiene una cuenca hidrológica muy grande, a la cual se le unen las corrientes de Matlama o Chalco, las cuales forman el río Cuautla. En la parte sur es atravesada por la corriente de Los Arcos o de Ortiz, que tiene su nacimiento en el pueblo de Ocuituco, atraviesa el de Yecapixtla y forma la gran corriente del Malpaso, también conocida como de la Cuera. Otra corriente es la del Negro, que nace también en el municipio de Ocuituco y atraviesa el poblado de Huesca.

Fuente: [Gobierno municipal de Yecapixtla. Página Web.](#)

### Municipio de Ayala.

A este municipio lo atraviesa el río Cuautla, que nace en los manantiales de Pazulco y riega las tierras de los pueblos de Apatlaco, a la altura de Villa de Ayala recibe el nombre de río Cuautla; el único afluente de importancia es el río Ayala, éste nace en los ojos de agua de Casasano y en la barranca de Xochimilcatzingo y recibe los derrames de El Hospital, de Calderón, de Anenecuilco, y se junta con el río Cuautla. Sigue hacia el sur y atraviesa el pueblo del Olinztepec, y más abajo de Moyotepec recibe las aguas de la barranca de Ahuehueyo.

En la parte oriental del municipio de Ayala, cruza el río La barranca de la Cuera, que pasa por el poblado de Tlayecac, sigue hacia el sur pasando por el poblado de Jaloxtoc, y aguas abajo se une con el río Cuautla. Este río tiene carácter de temporal, pero cubre una amplia cuenca hidrográfica, ya que aporta aguas desde Tetela del Volcán y se le unen las corrientes de las barrancas de Malpaso, de Tezongo y la de Ortiz; en esta última se une con el río Cuautla en Tecomalco.

Fuente: [Gobierno municipal de Ayala. Página Web.](#)

Cabe mencionar, que las actividades a realizar en las diferentes etapas del proyecto para la instalación del Gasoducto, no generar contaminación alguna hacia los cuerpos de agua superficiales localizados en los municipios donde se ubicará, ya que los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) que serán generados durante la instalación y operación del Gasoducto principal, serán debidamente recolectados y dispuestos conforme a la normatividad municipal correspondiente. Así mismo, los cuerpos de agua no se verán afectados por las actividades que se realizarán para la puesta en marcha del proyecto, ya que ninguno de ellos se localiza en su área de influencia, a excepción del Río Yautepec ubicado dentro del municipio del mismo nombre, el Río Cuautla que atraviesa por la ciudad denominada con el mismo nombre y el Río Fondo Rocosó, ubicado a las afueras de la ciudad de Cuautla; los cuales cruzan por el derecho de vía del Gasoducto, sin embargo, éstos no se verán afectados por las actividades de preparación del sitio como lo son, la construcción y operación del gasoducto, ya que serán atravesados subterráneamente por medio del método de perforación direccional (Método descrito en el punto **II.2.4 Etapa de Construcción**).



### **Hidrología Subterránea.**

Debido a la altitud y permeabilidad de las rocas, las principales zonas de recarga de los acuíferos del estado de Morelos, se localizan en las sierras del Chichinautzin, Zempoala y Nevada. En ellas afloran derrames lávicos fracturados, intercalados con depósitos piroclásticos semiconsolidados. La dirección predominante del flujo del agua subterránea es norte-sur y norte-suroeste. Otra zona de recarga menos importante, se ubica en el complejo oligomiocénico volcánico del sur de Morelos, integrada por rocas ígneas extrusivas que corresponden a las sierras de San Gabriel, Tilzapotla y Huautla. El norte, sur, y la zona centro del estado de Morelos son zonas de recarga y descarga, con la presencia de una depresión relativa en el suroeste de la entidad, hacia la que fluyen la mayoría de los escurrimientos superficiales y subterráneos. En Morelos existen cuatro acuíferos alojados en los valles de Cuernavaca, Cuautla-Yautepec, Axochiapan-Tepalcingo y Zacatepec.

El acuífero del valle de Cuernavaca se forma por zonas de recarga y descarga, un acuífero superior, un paquete de formaciones confinantes y un acuífero profundo. El grupo Chichinautzin y la formación Cuernavaca constituyen el acuífero superior. El grupo Balsas y las formaciones Tepoztlán y Mexcala, actúan como confinantes. Las formaciones Cuautla y Morelos forman el acuífero inferior. La formación Tepoztlán constituye una barrera al flujo subterráneo que circula en las rocas del grupo Chichinautzin, propiciando su división, una parte fluye hacia el acuífero Cuautla-Yautepec y otra rumbo al valle de Cuernavaca.

La formación Tlayecac, ubicada en el Popocatepetl, integra la zona de recarga principal de los acuíferos del valle de Cuautla-Yautepec y del valle de Axochiapan-Tepalcingo; la Riodacita Popocatepetl y el grupo Balsas, forman barreras al flujo de agua que circula a través de la formación Tlayecac, desviándolo hacia el este y oeste, rumbo a los acuíferos mencionados. La mayor parte de la recarga del acuífero del valle de Cuautla-Yautepec, proviene de las formaciones basálticas que se encuentran en el abanico comprendido entre los poblados de Tlayacapan y Yecapixtla; otra parte de la recarga aunque no tan cuantiosa, parece provenir de la zona que se encuentra al sur de este último poblado. El flujo proveniente de las zonas mencionadas fluye en su mayor parte hacia la zona de Cuautla, donde se le une el flujo procedente del sur de Yecapixtla, para drenar hacia el río Cuautla. La parte restante de la descarga fluye hacia el río Yautepec.

El acuífero del valle de Zacatepec, presenta varias unidades litoestratigráficas, con comportamientos geohidrológicos específicos, entre los que destaca el del grupo Chichinautzin, dentro del cual se ubican la mayoría de los manantiales con los más altos caudales, y el grupo Balsas que tiene un comportamiento geohidrológico variable, ya que sus materiales volcánicos son permeables mientras que los de tipo calcáreo son impermeables. Este acuífero se forma por zonas de recarga y descarga, un acuífero superior, un paquete de formaciones confinantes y un acuífero profundo. La zona de recarga está localizada en rocas ígneas extrusivas terciarias del grupo Buenavista y la Riolita Tilzapotla que corresponden a las sierras de San Gabriel y Tilzapotla. La zona de descarga se ubica en el valle mencionado en materiales sedimentarios de las formaciones Cuautla y Morelos. El grupo Balsas y la formación Mexcala actúan como confinantes de los acuíferos superior y profundo, integrados por la formación Cuernavaca y el grupo Balsas respectivamente.

**Fuente: Comisión estatal de agua y Medio Ambiente. CEAMA**

En cuanto a la realización de las actividades del proyecto, cabe mencionar que los acuíferos presentes en su zona de influencia, tales como el acuífero del valle de Cuernavaca y el de Cuautla-Yautepec, no se verán afectados por las actividades de preparación del sitio, construcción y operación del Proyecto, ya que si bien, se realizará un zanja para la instalación del Gasoducto principal, la trinchera no tendrá una profundidad mayor a los 1,5 m, y en cuanto a las perforaciones direccionales, éstas solo se realizarán en aquellos puntos donde se pretenda salvar el paisaje





natural, por lo que dichas obras no representarán un alto riesgo para los acuíferos existentes en la zona de influencia del proyecto.

#### IV.2.2 Aspectos bióticos

##### a) Vegetación Terrestre.

El análisis del uso de suelo y la vegetación permite conocer el valor funcional del uso y el contenido de las comunidades vegetativas, ya que es importante respetar la vegetación existente como elemento estabilizador microclimático y estético, así como lograr la preservación de especies que son propias de la región y que denota la identificación del paisaje.

##### Municipio de Cuernavaca.

El municipio de Cuernavaca está situado en la parte noreste del Estado de Morelos, en el Eje Neovolcánico Transversal. Se encuentran 144 familias de plantas vasculares, 514 géneros y 914 especies. Las cifras revelan que el municipio tiene una alta riqueza florística representada en todos los grupos vegetales y a distintos niveles de jerarquía taxonómica en comparación con el estado y con el país.

Dentro de la comunidad florística del municipio, actualmente podemos encontrar dos especies endémicas de México. Así mismo, existen 5 especies que se encuentran listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, las cuales se indican en la siguiente tabla:

**Tabla IV.2.2.1** Especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Familia	Especie	Nombre común	Estatus según NOM-059-SEMARNAT-2010
<i>Mammillaria</i>	<i>Knippeliana</i>	Biznaga de Knippel	Protección especial; endémica
<i>Cypripedium</i>	<i>Irapeanum</i>	Zapatilla de Lexarza	Amenazada; no endémica
<i>Oncidium</i>	<i>Unguiculatum</i>	Oncidium de uña	Amenazada; no endémica
<i>Crusea</i>	<i>Coronata</i>	--	Protección especial; no endémica
<i>Tilia</i>	<i>Americana</i>	--	Peligro de extinción; no endémica

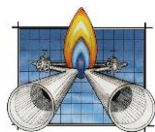
Fuente: Programa de Ordenamiento Ecológico de Cuernavaca.

##### Municipio de Jiutepec.

En el municipio de Jiutepec la flora está constituida principalmente por: vegetación secundaria del tipo bosque, selva, matorral xerófilo, pastizal natural y otros tipos de vegetación, la cual representa un total de 13,36 Km<sup>2</sup>, así mismo, dentro de la superficie territorial del municipio se cuenta con un área de 1,93 Km<sup>2</sup> conformada por pastizal inducido, principalmente.

##### Municipio de Yautepec.

Se puede considerar que la distribución de la vegetación en México está condicionada, en primera instancia, por los factores de clima, aunque con frecuencia, la naturaleza geológica, edáfica o topográfica, juegan un papel de primera magnitud. La vegetación predominante en el municipio de Yautepec, es selva baja caducifolia, la cual presenta comunidades densas cuya altura oscila entre los 5 y 12 m, donde los elementos arbóreos pierden sus hojas casi por completo durante el período de sequía, comprendido entre Diciembre y Junio, y que por lo general, florecen a fines de la época de estiaje o bien a principios de la temporada de lluvias. En cuanto a la estructura de esta asociación vegetal, en la **Tabla IV.2.1.2** se muestran algunas especies características de la flora que presenta el



municipio, donde se aprecia que existen especies nativas, introducidas o exóticas y comestibles, en este sentido las especies que predominan son las nativas, a las cuales se les pueden dar diversos usos ya sea para la fabricación de enseres domésticos, artesanías, ornamentales, usos medicinales y forraje para los animales, principalmente.

**Tabla IV.2.2.2** Especies de plantas del municipio de Yautepec.

Tipo de Especie	Nombre científico	Nombre común
Nativa	<i>Acacia cymbispina</i>	Cubata
	<i>Jacaratia mexicana</i> , <i>Neoboxbamia sp</i> , <i>Pileus mexicana</i>	Bonete
	<i>Lysiloma acapulcense</i> , <i>Leucaena sculenta</i>	Tepehuaje
	<i>Bursera fagaroides</i>	Copal
	<i>Bursera Morelensis</i> , <i>B. microphylla</i>	Cuajote colorado
	<i>Haematoxylon brasiletto</i>	Brasil
	<i>wolcottiana</i>	Cazahuate
	<i>Ipomoea murucoides</i>	Cazahuate
	<i>Mimosa biusifera</i>	Uña de gato
	<i>Pithecelobium dulce</i>	Guamúchil
Introducida o exótica	<i>Casuarina equisetifolia L.</i>	Casuarina
	<i>Eucalyptus sp.</i>	Eucalipto
	<i>Bougainvillea glabra</i> , <i>B. spectabilis</i>	Bugambilia
	<i>Jacarandá mimosifolia</i>	Jacaranda
Comestible	<i>Mangifera indica L.</i>	Mango
	<i>Spondias mombin</i>	Ciruelo
	<i>Persea americana</i>	Aguacate
	<i>Karwinskia humboldtiana</i> , <i>Eugenia biflora</i>	Guayabillo

Fuente: Programa de Ordenamiento Ecológico del municipio de Yautepec.

De las especies mencionadas en la tabla anterior, ninguna de ellas se encuentra en los listados de la MOM-059-SEMARNAT-2010.

Municipio de Tlayacapan.

En lo que respecta al municipio de Tlayacapan, debido a su ámbito altitudinal abarca de los 1 250 a los 3 450 m.s.n.m. (metros sobre el nivel del mar), esto junto con la heterogeneidad topográfica, histórico-geológica y climática, generan una gama de condiciones ecológicas que se traduce en una notable diversidad de hábitats y especies. El territorio protege la zona intermedia entre los Parques Nacionales "Lagunas de Zempoala" y "el Tepozteco", constituyéndose por un lado, en un corredor biológico que asegura la continuidad de los procesos ecológicos y evolutivos de la biota de la zona, y por otro lado, en una barrera para evitar la conurbación de las manchas urbanas de Morelos y el Distrito Federal.

El tipo de ecosistema predominante en el municipio es Bosque de *Pinus sp.*, Bosque de *Abies sp.*, Bosque de *Quercus sp.*, Bosque de *Alnus sp.*, Bosque Mesofilo de Montaña, Matorral Crassicaule, Matorral Rosetofilo, Pastizal Subalpino, Pradera y Selva Baja Caducifolia.

La zona alberga una notable gama de tipos de vegetación y asociaciones, entre las que destacan las siguientes:

- Bosque de pino: este tipo de bosque se asocia a los climas templados y se encuentra dominado por varias especies de *Pinus*,



- Bosque de Oyamel: este bosque se entremezcla con el pino, aunque algunas veces se extiende a zonas de mayor altitud,
- Bosque de Encino: este bosque colinda de forma inmediata al bosque de pino; en segmentos se observa la dominancia de *Quercus spp.*, y a veces en franca asociación con los pinos, formando asociaciones como espino-encino y encino matorral,
- Matorral rosetófilo crassicaule: esta comunidad se establece fundamentalmente sobre terrenos de malpais, generados por la presencia de derrames del volcán Chichinautzin,
- Se localizan asociaciones transicionales de selva baja caducifolia y bosque de coníferas y encino hacia las partes bajas del área protegida, y en los puntos de contacto de la vegetación templada y tropical, se ubican las asociaciones transicionales en las que destaca: el cazahuate (*Ipomoea arborea*), el mezquite (*Prosopis sp.*), el bonete (*Jacaratia mexicana*) y el cuajote colorado (*Bursera Morelensis*), principalmente.

Fuente: Programa Municipal de Desarrollo del municipio de Tlayacapan.

#### Municipio de Cuautla.

La comunidad florística del municipio de Cuautla, está constituida principalmente por: selva baja caducifolia de clima cálido, jacaranda, tabachín, cazahuate, ceiba y bugambilia, principalmente; sin embargo, el municipio se ha visto afectado por una disminución significativa de sus áreas de vegetación natural, como es el caso de la selva baja caducifolia, que ha sufrido fuertes procesos de modificación y de degradación por el cambio de uso de suelo, de ser forestal a agrícola o para asentamientos humanos, que en este caso son irregulares, y en años recientes el crecimiento ha sido acelerado y desordenado, todo esto hace pensar que las escasas áreas que cuentan con condiciones aceptables de vegetación en particular selva baja, serán reducidas paulatinamente y de continuar así, el municipio sufrirá los embates de la desertificación, perdiendo los pocos recursos tanto florísticos y faunísticos. En el municipio la vegetación no es muy variada, ya que gran parte de este se encuentra ocupado actualmente por agricultura y asentamientos humanos.

Fuente: Programa de Ordenamiento Ecológico del municipio de Cuautla.

#### Municipio de Yecapixtla.

El municipio de Yecapixtla está situado en la parte noroeste del Estado de Morelos, dentro del Eje Neovolcánico Transversal en el cual están presentes 55 familias de plantas vasculares, 86 géneros y 117 especies. Las cifras revelan que el municipio tiene una baja riqueza florística, representada esta diversidad en relictos de vegetación a distintos niveles de la jerarquía taxonómica en comparación con el estado y con el país.

Por otro lado, la flora del municipio actualmente está representada por 42 especies de árboles, 23 de arbustos y 49 de hierbas, además tiene 2 especies que están en la NOM-059-SEMARNAT-2010, las cuales se indican a continuación:

**Tabla IV.2.2.3** Especies protegidas en el municipio de Yecapixtla.

Genero	Especie	Estatus de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010
<i>Sapium</i>	<i>Macrocarpum</i>	Amenazada
<i>Erythrina</i>	<i>Coralloides</i>	Amenazada



En el municipio se identifican seis tipos de vegetación: Bosque de coníferas, Bosque de Quercus, Bosque tropical caducifolio, Vegetación acuática, Bosque perennifolio y deciduo ripario y Pastizal.

Además, debido a las actividades humanas, se tiene identificado otro tipo de vegetación de origen antropocéntrico: Vegetación arvense (plantas asociadas a la agricultura, tanto de temporal como de riego y ruderales).

#### *Bosque de coníferas.*

El bosque de coníferas constituye una de las masas forestales que ocupan la totalidad de las partes altas del municipio, alrededor de los 1 600 y 2 300 m.

Desde el punto de vista de su composición florística, *Pinus montezumae*, *Pinus pseudostrobus* y *Pinus teocote*, forman masas forestales puras, conviviendo con elementos de *Pinus ayacahuite*, *P. oocarpa* y *P. michuacana*, así como *Quercus castanea* y *Q. laurina*. Las diferentes especies de coníferas son muy cotizadas, por lo que es muy común la tala inmoderada de éstas.

#### *Bosque de Quercus.*

El municipio está bien representado, ya que junto con las coníferas constituyen un elemento dominante de los bosques templados que se desarrollan en la región norte y a lo largo del Eje Neovolcánico.

Los encinares pueden presentarse como bosques puros por arriba del bosque tropical caducifolio, dominados por una o varias especies de *Quercus*, admitiendo en su composición árboles diversos. De las especies de encinos que con mayor frecuencia destacan están: *Quercus candicans*, *Q. castanea*, *Q. crassifolia*, *Q. glaucoides*, *Q. laurina*, *Q. magnoliifolia*, *Q. obtusata* y *Q. rugosa*. El estrato arbustivo consiste de especies indicadoras de alteración, como lo es la *Bocconia arborea*, principalmente.

#### *Bosque tropical caducifolio.*

Esta formación vegetal está limitada entre los 1 200 y 1 600 m de altitud, en terrenos accidentados y en zonas de transición con la vegetación de bosques templados.

Algunas de las especies representativas que constituyen este tipo de bosque son *Bursera bicolor*, *B. copallifera*, *B. fagaroides*, *B. glabrifolia*, *B. grandiflora*, *Eysenhardtia polystachya*, *Ficus cotinifolia*, *Lysiloma divaricatum* y *Plumeria rubra* var. *Acutifolia*.

Este tipo de bosque, en condiciones de disturbio, suele dar lugar a un matorral secundario, constituido por algunas de las siguientes especies: *Acacia farnesiana*, *A. pennatula*, *Bocconia arborea*, *Guazuma ulmifolia*, *Lantana camara* y *Senna uniflora*.

**Fuente: Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Yecapixtla, Morelos.**

#### *Municipio de Ayala.*

El uso de suelo y la vegetación del municipio, se encuentra compuesto por 5 623 unidades de producción, de las cuales 3 931 presentan actividad agropecuaria o forestal dentro de una superficie equivalente a 18 098,21 Has. Por otra parte, 5 957,02 Has se consideran como superficie no productiva. De la superficie total del municipio, sólo 3,07 Has se encuentran clasificadas como selva baja caducifolia con pasto y 205,72 Has son áreas que carecen de vegetación.

Dentro del municipio, la flora está constituida principalmente por: selva baja caducifolia de clima cálido, jacaranda, tabachín, cazahuate, ceiba y bugambilia.

**Fuente: INEGI. Uso del suelo y vegetación.**





### Agricultura

Las actividades agropecuarias en el municipio de Ayala son de vital importancia, ya que el 90% de la población se dedica a la agricultura, por lo que la mayoría de las tierras productivas del municipio son de temporal y la forma de trabajarlas es la tradicional. Los productos más importantes son: nopal, jitomate, maíz, tomate, calabaza y frijol.

Una de las características más importantes en el ámbito municipal de Ayala, además de la variedad de su flora y fauna, es la diversidad de uso de suelo, ya que destacan las zonas agrícolas de temporal que ocupan el 69,20% del territorio municipal, el uso forestal con el 7,13%, una pequeña porción de pastizales con el 1,33%, áreas de preservación ecológica conformada por los escurrimientos naturales (Ríos y Barrancas) que representan el 9,48% y la mancha urbana y su zona de crecimiento que representan el 12,87% del territorio municipal.

**Tabla IV.2.2.4** Clasificación de uso de suelo en el municipio de Ayala.

Uso de suelo	Superficie (Has)	%
Agricultura de Temporal	11 745,15	69,2
Forestal	1 209,32	7,13
Pastizal	225,22	1,33
Preservación ecológica (Barrancas)	1 609,58	9,48
Uso urbano	1 196,25	7,05
Áreas aptas para el desarrollo urbano	988,38	5,82
<b>Total</b>	<b>16 973,9</b>	<b>100</b>

En el derecho de vía de la carretera Federal No. 160 se presenta principalmente vegetación del tipo pastizal natural y especies de Bugambilia. Sin embargo, en segmentos del trayecto por donde se instalará el gasoducto principal se logra apreciar terrenos destinados a la agricultura (**Ver Fotos IV.2.2.1 a la IV.2.2.3**).



**Fotos IV.2.2.1 y IV.2.2.2** Derecho de vía de la carretera Federal No. 160, en donde se puede apreciar principalmente, pastizal natural y especies de Bugambilia.



**Foto IV.2.2.3** Sector del trayecto donde se aprecia un terreno destinado a la agricultura.

Mediante los planos presentados y durante los recorridos en campo, se constató que el ducto pasará por la orilla de zonas agrícolas, vialidades de zonas urbanas y dentro del derecho de vía de la carretera federal No. 160, la cual posee vegetación natural, misma que ya se encuentra impactada por residuos sólidos urbanos generados por las actividades antropogénicas de la región (**Ver Foto IV.2.2.4 y IV.2.2.5**). Cabe señalar, que el proyecto no afectará la vegetación presente en el área de estudio debido a que el ducto se instalará en el derecho de vía de vialidades y carreteras (acotamiento de la vialidad), únicamente con presencia de terrenos agrícolas en algunos tramos del trayecto, los cuales se restablecen en cortos períodos de tiempo, ya que es vegetación inducida por los propietarios de los terrenos cultivados, así mismo, en las zonas donde exista alta volumetría de vegetación, la perforación del terreno se realizará direccionalmente, con el objeto de salvar la cobertura vegetal presente y no causar impactos negativos altos por la instalación del gasoducto principal. Por lo anterior, no se producirá erosión en el área de influencia del proyecto, además de que los impactos a la comunidad florística de la región serán mínimos, por lo que la Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V., dentro de su programa de prevención y mitigación de impactos, tiene contempladas actividades tendientes a la reforestación y remediación de las áreas afectadas por la construcción del gasoducto, en aquellos casos donde se haya afectado a la vegetación presente dentro del derecho de vía del mismo.

Aunado a lo anterior, se constató en campo y gabinete, que en el área de influencia del proyecto no existen especies endémicas con algún grado de protección o en peligro de extinción, mismas que se encuentren listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.



**Fotos IV.2.2.4 y IV.2.2.5** Vegetación impactada por la presencia de residuos sólidos urbanos, dentro del derecho de vía de la carretera Federal No. 160.

#### **b) Fauna.**

El estado de Morelos se localiza en la región central del País, tiene una extensión de 4 941 Km<sup>2</sup> que representa el 0,24% de la superficie de México. Pertenece a la provincia fisiográfica de la Sierra Madre del Sur y subprovincia de la Cuenca del Balsas-Mezcala. Así mismo, se ubica en la intersección entre dos grandes regiones bióticas, cada una de ellas con su flora y fauna característica; la región Neotropical a la que corresponden las tierras bajas y la región Neártica de las tierras altas y húmedas de una parte del sistema montañoso del Eje Neovolcánico Transversal. Las tierras bajas incluyen tres cuartas partes del área que comprende el centro y sur del estado, en donde la vegetación y fauna son de afinidad tropical. Las tierras altas se ubican en el norte del estado y están formadas por la Sierra del Ajusco-Chichinutzin y el Volcán Popocatepetl. Por la ubicación geográfica del estado, aunado a su diversidad topográfica y climática, ha generado gran riqueza de flora y fauna, por lo cual Morelos se encuentra en el treceavo (13°) lugar por su biodiversidad, respecto a los otros estados de la República Mexicana.

#### Fauna Silvestre

En cuanto a la fauna silvestre, en Morelos se localiza el 5 % de especies de anfibios del país, el 23 % de los peces de agua dulce, el 14 % de reptiles, el 33 % de las especies de aves, y el 21 % de las especies de mamíferos terrestres mexicanos.

En el estado de Morelos se han registrado hasta la fecha 1 391 especies de vertebrados, lo que representa el 10,3% de los vertebrados de México.

El índice de importancia de la diversidad de flora y fauna en el estado, corresponde al treceavo lugar de los estados de la república mexicana, con un alto grado de especies endémicas. Por otra parte, existen en el estado varias especies que se encuentran en riesgo de desaparecer, las cuales se citan a continuación:





Tabla IV.2.2.5 Especies en peligro de extinción.

Especies	Total de especies	Especies en peligro
Reptiles	103	16
Aves	340	21
Mamíferos	90	9
Peces	84	1
Anfibios	15	7

Existen varias especies endémicas que se encuentran amenazadas o en peligro de extinción y que se distribuyen en algunas de las áreas naturales del estado, tal es el caso del teporingo, ocelote, tigrillo, escorpión o monstruo de gila, ajolotes de Zempoala, carpa peso y gallinita de monte.

Cabe señalar, que durante los recorridos en campo por las avenidas urbanas y por el derecho de vía de la carretera Federal No. 160 donde se instalará el Gasoducto principal, se observó solo micro fauna, compuesta por aves, insectos y roedores principalmente, no se observó fauna con algún carácter de conservación de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010, por lo que las actividades a realizarse para la instalación del gasoducto principal, no causaran impactos negativos significativos a la comunidad faunística de la región donde se desarrollará el proyecto.

#### IV.2.3 Paisaje

El paisaje presente en la zona donde se ubicará el proyecto (principalmente dentro de zonas urbanas, parques industriales y en derechos de vía de la carretera Federal No. 160), es un factor determinante para las actividades que se realizarán en la instalación del Gasoducto principal, ya que gracias a esto, es posible que se cuente con las condiciones de suelo favorables para la preparación y excavación del mismo, debido a que en la zona solo se presentan en mayor proporción vegetación del tipo pastizal natural y terrenos dedicados a las actividades de agricultura por los habitantes de los municipios implicados por la trayectoria del Gasoducto principal, lo cual significa que las actividades a realizar para la puesta en marcha del mismo, no representan un impacto negativo considerable para el paisaje presente en el derecho de vía del Gasoducto principal, lo anterior, debido a que durante la realización de la obra civil del proyecto, el suelo que se extraiga producto de la excavación de la zanja se utilizará de nuevo para su relleno y compactación, aunado a que el proyecto consiste en la instalación de un gasoducto subterráneo, por lo que la visibilidad del paisaje no se verá afectada por la presencia de infraestructura para la conducción del gas natural.

Visibilidad: El área en estudio, presenta áreas que tienen en promedio 1 150 m.s.n.m. como altitud mínima a las afueras de la ciudad de Yautepec, y como altitud máxima de 1 480 m.s.n.m. en la ciudad de Cuernavaca, donde se localiza el parque Industrial CIVAC; así mismo, por localizarse en los linderos de la Sierra Madre del Sur y el Eje Neovolcánico Transversal, en el área de influencia del proyecto se identifican sistemas de topoformas conformados principalmente por llanuras, lomeríos y laderas, sin embargo, el gasoducto no se ubicará específicamente sobre el relieve de dichas elevaciones, sino que se instalará dentro del derecho de vía de la carretera Federal No. 160 en donde el rango de altitud es de 1 200 a 1 000 m.s.n.m., lo cual favorece que la visibilidad del paisaje en el derecho de vía del gasoducto, no se vea interrumpida por la infraestructura del proyecto.





**Foto IV.2.3.1 y IV.2.3.2** Derecho de vía de la carretera Federal No. 160. Área de influencia del gasoducto proyectado.

**Calidad paisajista:** En el área seleccionada para la instalación del proyecto ejecutivo, se presentan elevaciones con altitudes en promedio de los 1 400 m.s.n.m., sin embargo, no se presentan pendientes de gran elevación dentro del derecho de vía de la carretera Federal No. 160, ni en el derecho de vía de gran prolongación, ya que los valores de la altitud van desde los 1 200 hasta los 1 400 m.s.n.m, aproximadamente. El suelo presente, está compuesto principalmente por rocas de la clase *Ígnea Extrusiva* del tipo basaltos, sedimentaria del tipo caliza y lutita-arenisca, las cuales datan de las etapas del Neógeno, Cuaternario y Cretácico.

De acuerdo a los datos recabados en fuentes de información, tales como Carta Geológico-Minera de Cuernavaca y el Mapa digital de México V5.0, se constató que en el área donde se ubicará el proyecto, en específico en los límites del municipio de Jiutepec y Yautepec, se localiza una falla geológica del tipo inversa inferida, la cual se caracteriza por la compresión de las placas tectónicas, sin embargo, de acuerdo a los datos históricos del Servicio Sismológico Nacional (SSN) de la UNAM, no se han registrado sismos en la zona donde se localiza dicha fractura.

Así mismo, cabe mencionar que un factor importante para determinar la calidad paisajista del proyecto, es el tipo de clima, el cual en la totalidad del derecho de vía del gasoducto principal es cálido subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad, contando con un rango de temperatura de entre los 20 y 24°C, con precipitaciones que van desde los 800 hasta los 1 200 mm por año.

**Fragilidad:** El suelo presente en el área de influencia del proyecto, debido a su composición física de rocas ígneas y al tipo de clima ya mencionado, tiene la capacidad de adaptarse a cualquier cambio natural que en él se pueda dar, sin embargo, para cambios ocasionados por la actividad humana, se considera que el ecosistema es endeble y difícil de adecuarse a los impactos ocasionados, por ello, la Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V., propone actividades de remediación y mitigación de los impactos negativos que puedan ser ocasionados por la instalación del Gasoducto principal, mismos que puedan llegar a modificar el paisaje natural de la zona.



#### IV.2.4 Medio socioeconómico

##### Municipio de Cuernavaca.

Este municipio cuenta con una población total de 365 168 habitantes de los cuales 172 901 son hombres y 192 267 mujeres (**Ver Figura IV.2.4.1**). Cabe mencionar que de la población existente en el municipio, el 57,03% es nacida en la Entidad y el resto es proveniente de la inmigración de otras Entidades.

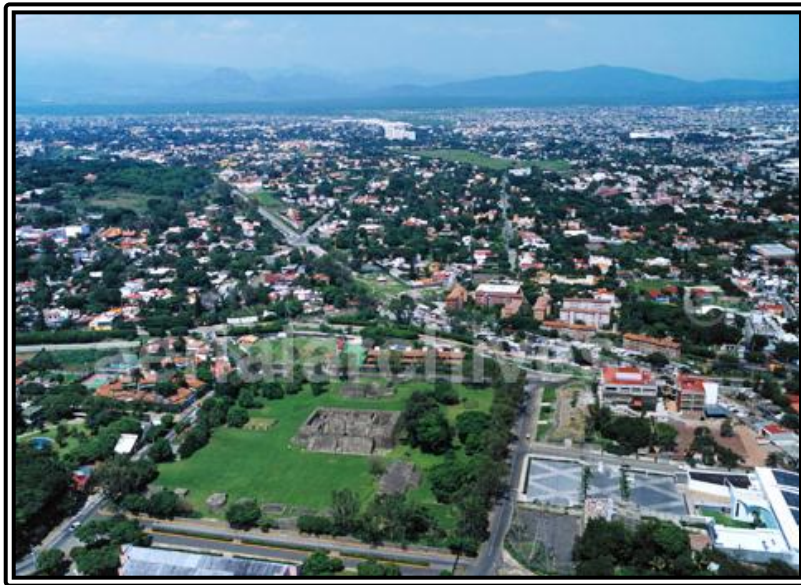
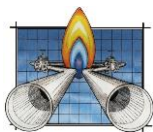


Foto IV.2.4.1 Vista aérea de la población de Cuernavaca, Morelos.

En la siguiente tabla se mencionan las principales características de la población existente en el municipio de Cuernavaca, Morelos (**Ver Figura IV.2.4.2 y IV.2.4.3**).

**Tabla IV.2.4.1** Principales características de la población del municipio de Cuernavaca.

Característica	Año	Cantidad
Población total	2010	365 168
Población total hombres	2010	172 901
Población total mujeres	2010	192 267
Relación hombres-mujeres	2010	89,90 %
Porcentaje de población de 15 a 29 años	2005	2,40 %
Porcentaje de población de 15 a 29 años hombres	2005	26,60 %
Porcentaje de población de 15 a 29 años mujeres	2005	26,20 %
Porcentaje de población de 60 y más años	2005	10,40 %
Porcentaje de población de 60 y más años hombres	2005	9,60 %
Porcentaje de población de 60 y más años mujeres	2005	11,30 %
Total de Hogares Censados	2010	98 100
Total de Hogares con jefe hombre	2010	67 810
Total de Hogares con jefe mujer	2010	30 290
Total de Nacimientos	2009	7 577



Continuación... Tabla IV.2.4.1 Principales características de la población del municipio de Cuernavaca.

Total de Nacimientos hombres	2009	3 732
Total de Nacimientos mujeres	2009	3 804
Total de Defunciones generales	2009	2 281
Total de Defunciones generales hombres	2009	1 178
Total de Defunciones generales mujeres	2009	1 103
Matrimonios	2009	1 907
Divorcios	2009	467

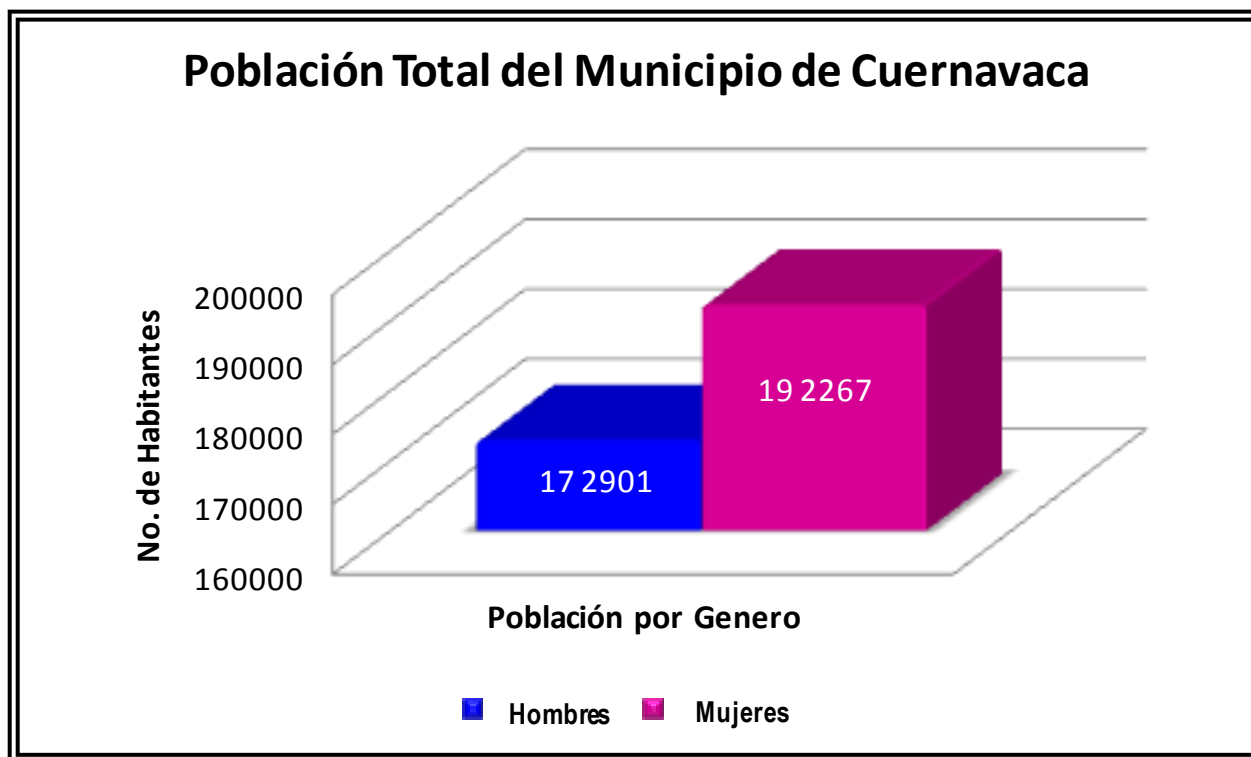


Figura IV.2.4.1 Población total del municipio de Cuernavaca, Morelos.

Fuente: INEGI XIII Censo General de Población y Vivienda 2010.

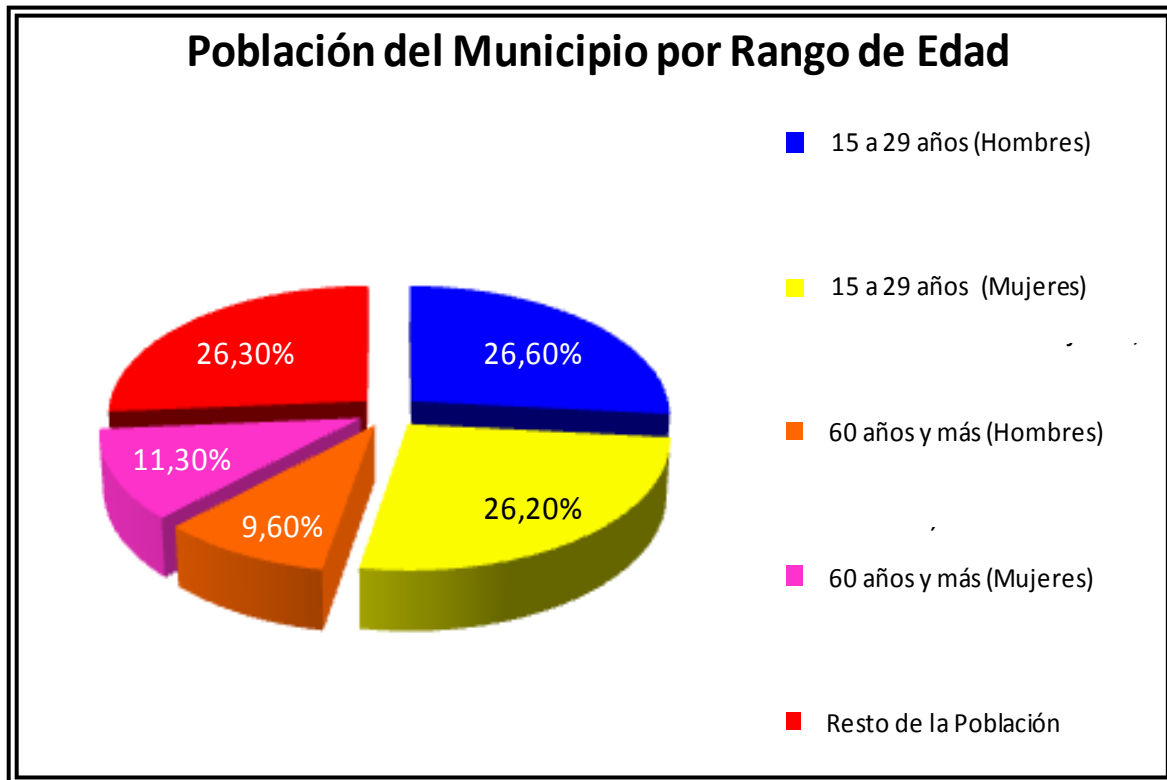


Figura IV.2.4.2 Población del municipio de Cuernavaca, Morelos, según su rango de edad.

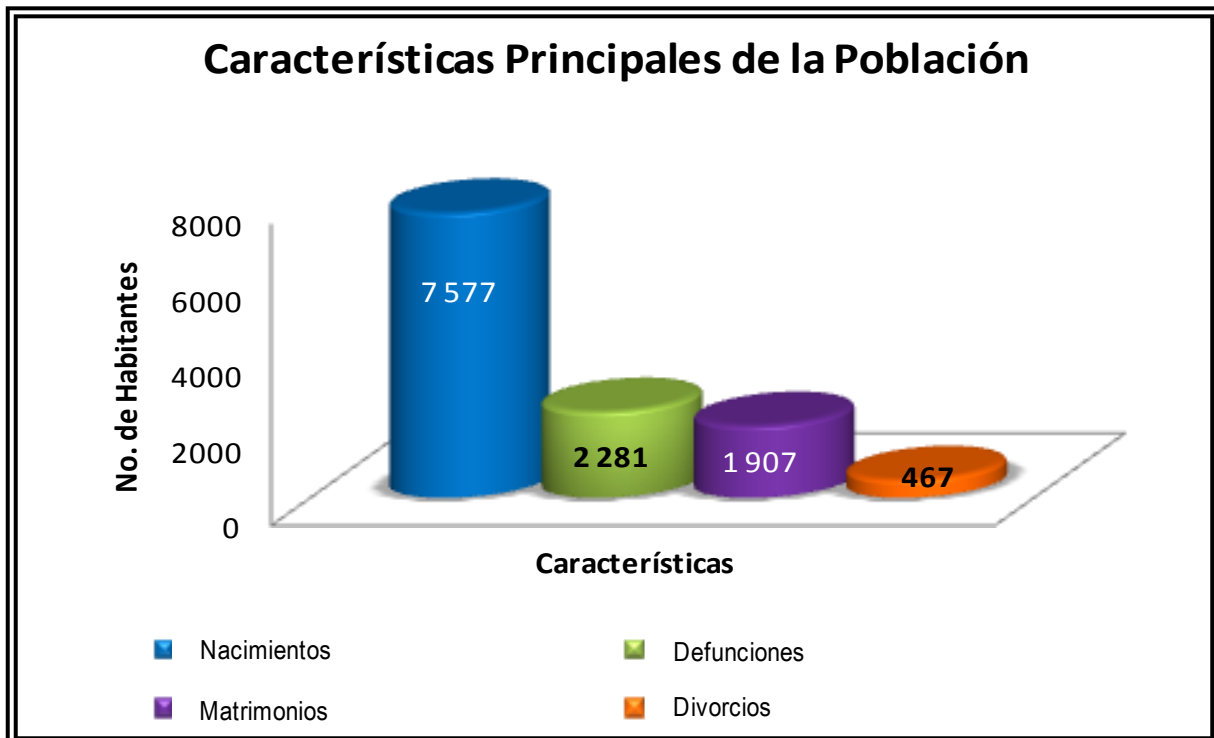


Figura IV.2.4.3 Características principales de la población de Cuernavaca, Morelos.

Fuente: INEGI XIII Censo General de Población y Vivienda 2010.





Como se mencionó anteriormente, parte de la población del municipio es proveniente de otras Entidades, esto debido principalmente a su ubicación geográfica, así como por su clima predominante; es por ello, que en los últimos 24 años en el municipio han aumentado tanto la demanda de vivienda, como de servicios públicos e infraestructura urbana necesarios para el progreso de la población. Cabe mencionar, que debido al fenómeno demográfico, el Gobierno Municipal se ha propuesto, proporcionar la mayoría de los servicios públicos, dentro de los que destacan el abastecimiento de agua potable, alumbrado público y la pavimentación, entre otros.

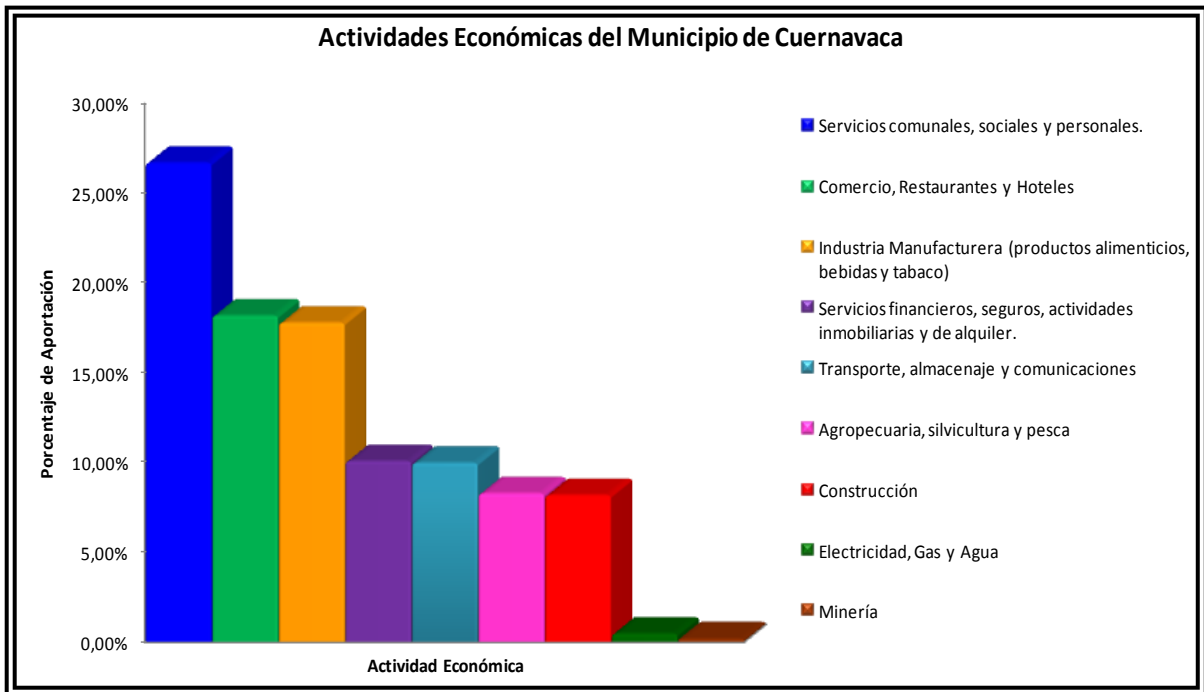
## **Economía**

La economía del municipio de Cuernavaca se sustenta principalmente con la Industria Manufacturera, así como por la actividad turística; esta última desarrollándose principalmente, por la ubicación geográfica del municipio y por su bondadosa naturaleza. Esto debido a que es paso obligado de los habitantes del Distrito Federal, del Estado de México, Guerrero y Puebla; los cuales van de paseo o simplemente a adquirir bienes y servicios que no desean comprar en su lugar de origen. Aun y cuando en el municipio se cuenta con un sustento económico muy fuerte (el turismo), no es fuente necesaria para el desarrollo del municipio, es por ello, que el gobierno busca estimular criterios de equidad y justicia social, por lo que es necesario entender y aplicar estrategias que generen actividades productivas, culturales y sociales, que impulsen el crecimiento de la economía y la generación de empleos.

A continuación se describen las principales actividades económicas que se desarrollan en el municipio de Cuernavaca (**Ver Tabla IV.2.4.2 y Figura IV.2.4.4**)

**Tabla IV.2.4.2 Principales actividades económicas.**

<b>Actividad</b>	<b>Aportación al PIB Estatal durante el 2006</b>
Servicios comunales, sociales y personales	26,7%
Comercio, Restaurantes y Hoteles	18,2%
Industria Manufacturera (productos alimenticios, bebidas y tabaco)	17,8%
Servicios financieros, seguros, actividades inmobiliarias y de alquiler	10,1%
Transporte, almacenaje y comunicaciones	10%
Agropecuaria, silvicultura y pesca	8,3%
Construcción	8,2%
Electricidad, Gas y Agua	0,5%
Minería	0,2%



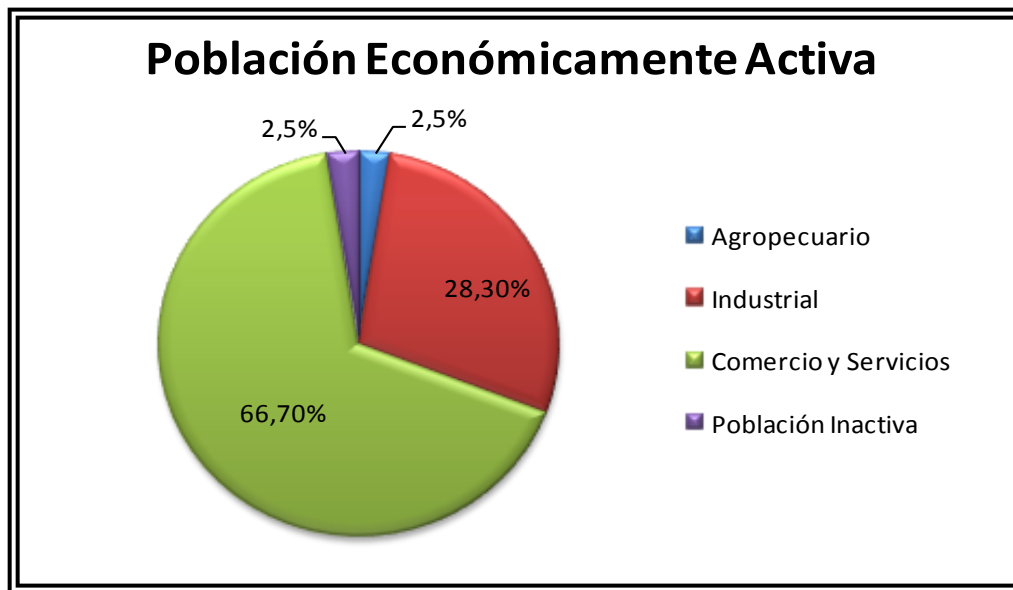
**Figura IV.2.4.4** Principales actividades económicas del municipio de Cuernavaca, Morelos.

Fuente: Plan Municipal de Desarrollo 2009-2012. Municipio de Cuernavaca.

Cabe mencionar, que las necesidades del municipio son abundantes y los recursos escasos, y aunque se cuenta con pequeñas y medianas empresas que generan empleo y riqueza a la región no es suficiente. Es por ello que el sector agropecuario se convierte también en parte fundamental para el desarrollo económico, puesto que existe un número importante de productores de flores y fruticultores que proporcionan rentabilidad económica y social al municipio. De acuerdo con cifras presentadas por el INEGI, la población económicamente activa del municipio corresponde al 97,56% del total de la población, la cual se distribuye de la siguiente manera:

**Tabla IV.2.4.3** Población económicamente activa por sector económico.

Sector	Porcentaje de la Población
Agropecuario	2,5%
Industrial	28,3%
Comercio y Servicios	66,7%
Población Inactiva	2,5%



**Figura IV.2.4.5** Porcentaje de población económicamente activa del municipio de Cuernavaca.

Fuente: Enciclopedia de los Municipios de México, Municipio de Cuernavaca.

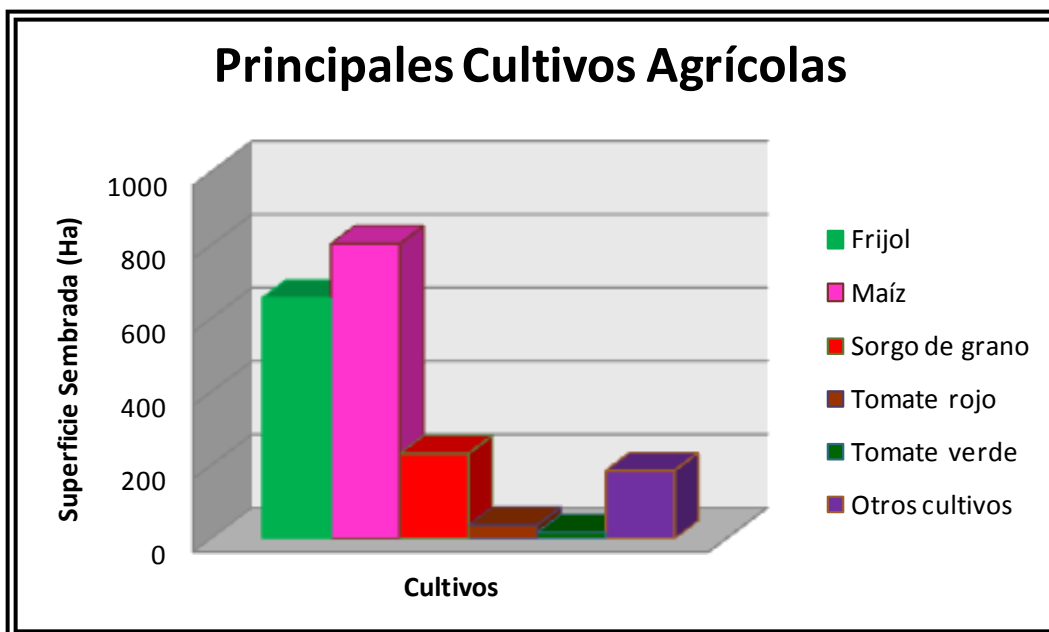
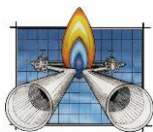
### **Principales Sectores, Productos y Servicios**

#### **Agricultura**

El municipio de Cuernavaca cuenta con 5 668 Has para uso agrícola, de las cuales 1 932 Has son utilizadas para el cultivo de Maíz, Frijol y Sorgo de grano, entre otros, siendo el maíz el producto con mayor aprovechamiento por este sector (Ver **Tabla IV.2.4.4** y **Figura IV.2.4.6**).

**Tabla IV.2.4.4** Principales cultivos agrícolas.

Producto	Superficie sembrada (Ha)	Superficie cosechada (Ha)
Frijol	656	656
Maíz	804	804
Sorgo de grano	232	232
Tomate rojo	37	37
Tomate verde	17	17
Otros cultivos	186	185
<b>Total</b>	<b>1 932</b>	<b>1 931</b>



**Figura IV.2.4.6** Superficie sembradas de cada cultivo agrícola presente en el municipio de Cuernavaca.

Fuente: INEGI XIII Censo General de Población y Vivienda 2010.

### Ganadería

Para la actividad ganadera, el municipio de Cuernavaca cuenta con una superficie territorial de 8 227 Has, misma que está destinada a la cría de ganado bovino, porcino, ovino, caprino y de aves de corral (gallináceas), así como para la producción de miel (instalación de colmenas) (Ver Tabla IV.2.4.5).

**Tabla IV.2.4.5** Producción ganadera del municipio de Cuernavaca.

Especie	Producción de Carne en Canal (Ton.)
Bovino	160
Porcino	37
Ovino	6
Caprino	3
Gallináceas	3 547
Guajolotes	0
<b>Total</b>	<b>3 753</b>

Como se puede observar en la Tabla IV.2.4.5, la mayor producción de carne en canal en el municipio de Cuernavaca es proveniente de la especie Gallinácea por lo que a continuación se muestra la gráfica con la producción anual obtenida de esta especie, durante el periodo de 1994 al 2009.



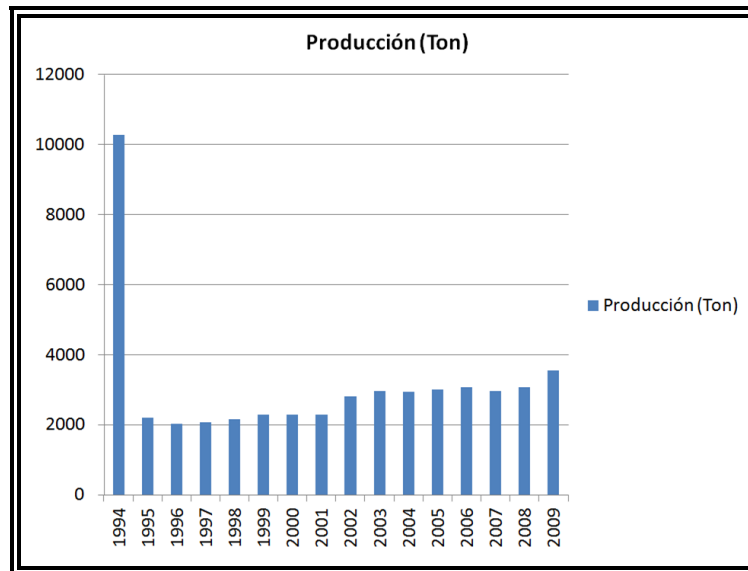


Figura IV.2.4.7 Producción anual de carne de aves de corral.

Fuente: INEGI XIII Censo General de Población y Vivienda 2010.

### Comercio

De acuerdo a datos registrados por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), en el Municipio de Cuernavaca, el mayor número de unidades económicas que existen son las dedicadas al comercio, seguidas en orden de importancia, por las prestadoras de servicios, tales como alojamiento temporal, preparación de alimentos y bebidas, así como las dedicadas a la industria manufacturera; sin dejar de lado a las que ofrecen servicios de salud y asistencia social. Contando con un total de 17 196 unidades económicas, dentro de las que destacan las que ofrecen el servicio de alojamiento y restaurantes, esto debido a la gran afluencia turística que se presenta en el municipio.



Foto IV.2.4.2 Establecimientos comerciales existentes en el municipio de Cuernavaca.

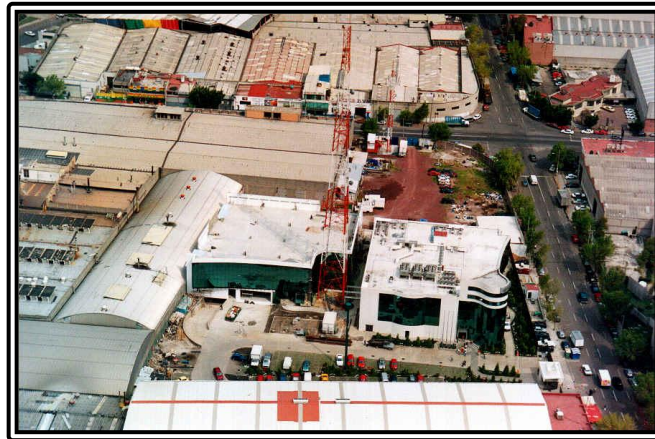
Por otra parte, cuenta con una zona industrial llamada CIVAC (Ciudad Industrial del Valle de Cuernavaca), en la cual se ubican importantes industrias, dentro de las que sobresalen NISSAN Mexicana, UNILEVER, NEC, ALUCAPS Mexicana, SYNTEX, BERU, BAXTER y SINTENOV0.

Fuente: Enciclopedia de los Municipios de México, Municipio de Cuernavaca.



## **Industria**

Como se mencionó anteriormente, la industria manufacturera es parte fundamental para el desarrollo económico del municipio, ya que cuenta con una alta tecnología para el desarrollo de sus productos, permitiendo así su innovación y por ende su competitividad productiva. Cabe mencionar, que en la Ciudad de Cuernavaca se encuentra la planta Cementera más moderna del mundo (Cementos Moctezuma, S.A. de C.V. (Planta Tepetzingo)); así mismo, se genera un alto porcentaje de la fabricación de automóviles Renault-Nissan procedentes del Estado.



**Foto IV.2.4.3** Ciudad Industrial del Valle de Cuernavaca (CIVAC), ubicada en los municipios de Cuernavaca y Jiutepec en el estado de Morelos.

Por lo anterior, este municipio ha demostrado ser un buen lugar para invertir, ya que empresas americanas, Alemanas, Japonesas, Españolas, Británicas y Mexicanas lo han convertido en su casa, manteniendo un constante crecimiento en su producción.

**Fuente:** [Enciclopedia de los Municipios de México, Municipio de Cuernavaca.](#)

## **Atractivos Culturales y Turísticos.**

Dentro de los principales atractivos turísticos con que cuenta el municipio de Cuernavaca se encuentra el Palacio de Cortés, el cual se terminó de construir en el año de 1535; la Catedral, misma que muestra construcciones de diversas épocas; así como el convento y templo de la Tercera Orden de los Franciscanos, el cual data del siglo XVI. Además de los lugares antes mencionados, también cuenta con el Chapitel del Calvario, el cual está consagrado a la Virgen de Guadalupe; la Capilla de los Tepetates y la de San José, así como el santuario de Nuestra Señora de los Milagros, ubicada en el barrio de Tlaltenango.



**Foto IV.2.4.4** Diferentes atractivos turísticos existentes en el municipio de Cuernavaca, Morelos.

Debido a que el turismo es fuente principal de su economía, este municipio cuenta con diferentes atractivos dedicados al esparcimiento, tales como la Hacienda de Atlacomulco; el Acueducto del siglo XVII; el Kiosco del Jardín de los Héroes, entre otros. Así mismo, cuenta con una zona arqueológica en Teopanzolco, la cual fue el antiguo centro ceremonial de los Tlahuicas, dentro del cual existen dos estructuras concéntricas, posiblemente dedicadas a Quetzalcóatl.

**Fuente:** Enciclopedia de los Municipios de México, Municipio de Cuernavaca.

### Gastronomía

La gastronomía del municipio de Cuernavaca, se identifica principalmente por los famosos “Tacos de Canasta”, mismos que están elaborados con tortilla de molino y rellenos con diferentes guisos, como frijoles, chicharrón, papa, huevo, mole, chorizo con papas y huevo con ejotes; el sabor de estos tacos se los da principalmente la salsa con que se acompañan. Además de lo anterior, en este municipio también se preparan platillos como: arroz rojo, chiles rellenos, bistec, milanesa o cecina. La comida típica de Cuernavaca también incluye al pipián con carne, la barbacoa de chivo y borrego, el bagre en mixiotes, los tamales, el clemole rojo de pollo o espinazo de puerco, el pozole, así como el clemole verde de res; sin olvidarnos de las deliciosas quesadillas de huitlacoche, flor de calabaza, o champiñones, así como de las gorditas de haba.

**Fuente:** Enciclopedia de los Municipios de México, Municipio de Cuernavaca.



**Municipio de Jiutepec.**

Según datos registrados en el INEGI, Jiutepec es el municipio con mayor índice de densidad poblacional del Estado de Morelos; ya que su población ocupa el 11,25% a nivel estatal. Lo anterior, debido a que la Tasa de Crecimiento Poblacional se ha incrementado a un ritmo acelerado, pues en el año 2005 el número de habitantes era de 181 317, incrementando la cifra a 196 953 habitantes en el 2010.



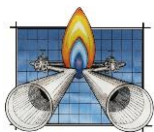
**Foto IV.2.4.5** Vista aérea de la población de Jiutepec, Morelos, la cual cuenta con 196 953 habitantes.

Cabe mencionar, que de la población total existente en el municipio, 94 766 son hombres y 102 187 mujeres (**Ver Figura IV.2.4.8**). A continuación se describen las características principales de la población municipal.

**Tabla IV.2.4.6** Principales características de la población del municipio de Jiutepec.

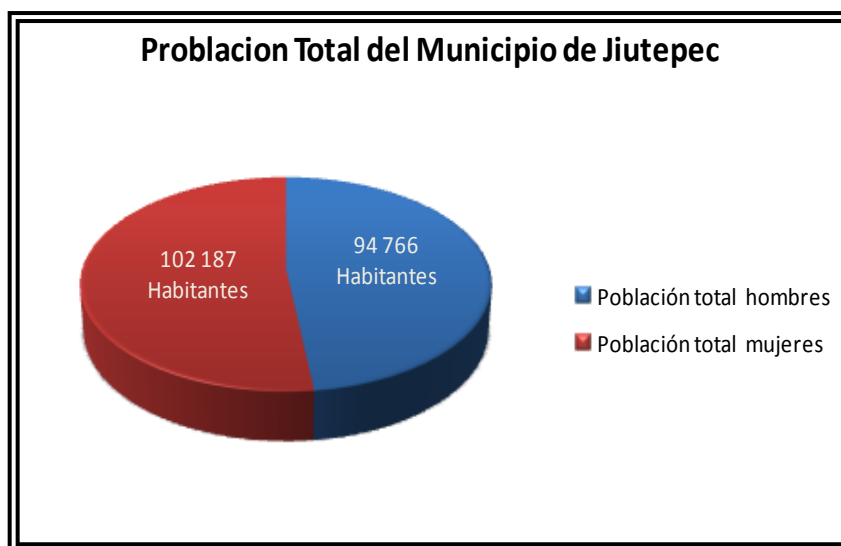
Característica	Año	Cantidad
Población total	2010	196 953
Población total hombres	2010	94 766
Población total mujeres	2010	102 187
Relación hombres-mujeres	2010	92,70 %
Porcentaje de población de 15 a 29 años	2005	2,60 %
Porcentaje de población de 15 a 29 años hombres	2005	27,30 %
Porcentaje de población de 15 a 29 años mujeres	2005	27,80 %
Porcentaje de población de 60 y más años	2005	7,20 %
Porcentaje de población de 60 y más años hombres.	2005	6,80 %
Porcentaje de población de 60 y más años mujeres	2005	7,50 %
Total de Hogares Censados	2010	51 885
Total de Hogares con jefe hombre	2010	37 700
Total de Hogares con jefe mujer	2010	14 185





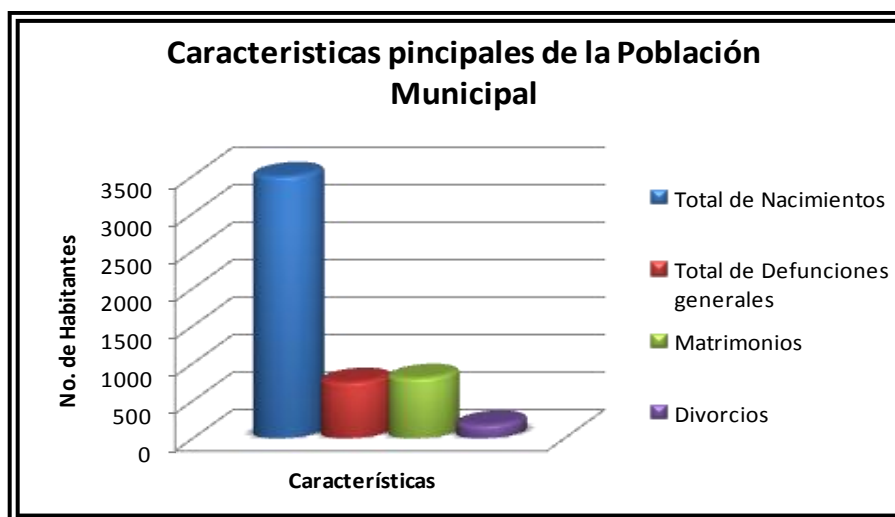
**Continuación... Tabla IV.2.4.6 Principales características de la población del municipio de Jiutepec.**

Característica	Año	Cantidad
Total de Nacimientos	2009	3 484
Total de Nacimientos hombres	2009	1 786
Total de Nacimientos mujeres	2009	1 698
Total de Defunciones generales	2009	751
Total de Defunciones generales hombres	2009	421
Total de Defunciones generales mujeres	2009	330
Matrimonios	2009	804
Divorcios	2009	181



**Figura IV.2.4.8** Población Total del municipio de Jiutepec, Morelos.

En la siguiente figura se muestran algunas características de la población del municipio de Jiutepec.



**Figura IV.2.4.9** Características principales de la población de Jiutepec.

Fuente: INEGI XIII Censo General de Población y Vivienda 2010.



Como se mencionó anteriormente, el municipio de Jiutepec cuenta con alto índice de densidad poblacional; sin embargo, este municipio está catalogado con un muy bajo grado de marginación, ya que se encuentra ubicado en el lugar 2 252 a nivel nacional y en el 2° a nivel estatal. Esto indica que la mayoría de su población tiene acceso a los servicios básicos, tales como: agua potable, energía eléctrica y vivienda.

**Fuente: Plan Municipal de Desarrollo 2009-2012. Municipio de Jiutepec.**

## **Economía**

El desarrollo económico del municipio, se basa principalmente en la industria, ya que cuenta con el mayor Parque Industrial del Estado (CIVAC), mismo que está compuesto por 157 empresas; dentro de las que destacan Roche, Unilever, Glaxo Smith Kline, NEC Corporation, Mycom Mayekawa y Nissan; siendo esta última la que cuenta con 2 plantas de fabricación y la cual genera más de 2 000 empleos. Además del sector industrial, la economía del municipio está también basada en la actividad agropecuaria, y en los servicios comerciales. Las principales actividades económicas que se desarrollan en el municipio de Jiutepec son la agricultura, la industria manufacturera, la ganadería y el comercio.

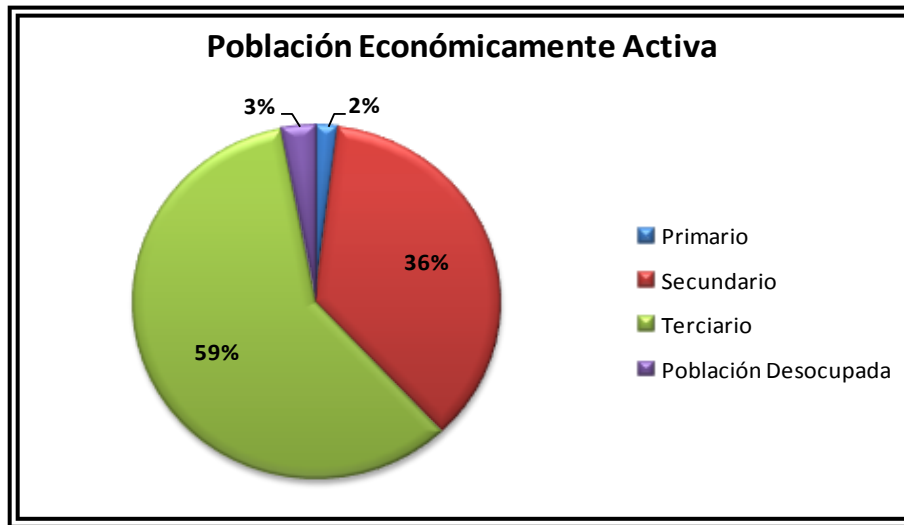
Cabe mencionar, que el 51,9% de la población total son mujeres siendo de gran importancia su participación en el desarrollo de los indicadores económicos del municipio. Debido a que actualmente la mujer ocupa el 36,7% de la Población Económicamente Activa (PEA), esto gracias a su intervención en las actividades productivas locales. Por lo tanto, el porcentaje de PEA ocupada con que cuenta el municipio es del 97% del total de su población, en este sentido, su desocupación, incluida la de los jubilados, es realmente baja. En la siguiente tabla se muestran los porcentajes de distribución de la población por sector económico activo.

**Fuente: Plan Municipal de Desarrollo 2009-2012. Municipio de Jiutepec.**

**Tabla IV.2.4.7** Población económicamente activa por sector económico.

<b>Sector</b>	<b>Porcentaje de la Población</b>	<b>No. de Habitantes</b>
Primario	2%	3 939
Secundario	36%	70 903
Terciario	59%	116 202
Población Desocupada	3%	5 908

Aunado a la información indicada en la tabla anterior, se presenta una gráfica representativa de la población económicamente activa en el municipio de Jiutepec (**Ver Figura IV.2.4.10**).



**Figura IV.2.4.10** Porcentaje de población económicamente activa del municipio de Jiutepec.

Fuente: Enciclopedia de los Municipios de México, Municipio de Jiutepec.

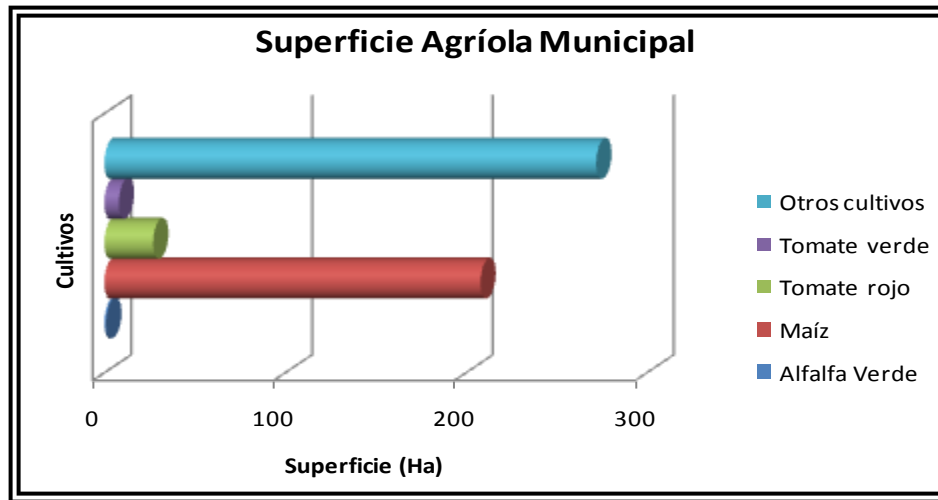
### Principales Sectores, Productos y Servicios

#### Agricultura

De las 7 400 Has que conforman al municipio sólo 515 Has son dedicadas a la agricultura, dentro de las cuales se consideran productos con valor agregado, tales como viveros; pues de ellos se exportan grandes cantidades de flores entre las que destaca la Flor de Nochebuena, ya que este municipio es su principal productor a nivel nacional. Así mismo se cultivan otros productos, dentro de los que destaca el Maíz de grano (**Ver Tabla IV.2.4.8 y Figura IV.2.4.11**).

**Tabla IV.2.4.8** Principales cultivos agrícolas.

Producto	Superficie sembrada (Ha)	Superficie cosechada (Ha)
Alfalfa Verde	1	1
Maíz	208	208
Tomate rojo	27	27
Tomate verde	8	8
Otros cultivos	272	270
<b>Total</b>	<b>515</b>	<b>513</b>



**Figura IV.2.4.11** Superficie sembrada de cada cultivo agrícola existente en el municipio de Jiutepec.

Fuente: INEGI XIII Censo General de Población y Vivienda 2010.

### Ganadería

La actividad ganadera del Municipio de Jiutepec, según datos registrados por el INEGI, abarca la cría y explotación de ganado bovino, porcino y caprino, entre otros; así mismo cuenta con la producción de miel y aves de corral (gallináceas) (Ver Tabla IV.2.4.9). Cabe mencionar, que con el paso de los años esta actividad ha ido decreciendo, debido al alto índice demográfico que presenta el municipio; ya que la demanda de suelo para la urbanización y construcción de vivienda se ha incrementado exponencialmente en los últimos diez años, lo que ha ocasionado que no se cuente con el espacio suficiente para el desarrollo de esta actividad.

**Tabla IV.2.4.9** Producción ganadera del municipio de Jiutepec.

Especie	Producción de Carne en Canal (Ton.)
Bovino	48
Porcino	70
Ovino	5
Caprino	2
Gallináceas	2 651
<b>Total</b>	<b>2 776</b>

Aunado a la información presentada en la tabla anterior, se muestra una gráfica representativa de la producción ganadera en el municipio de Jiutepec (Ver Figura IV.2.4.12).



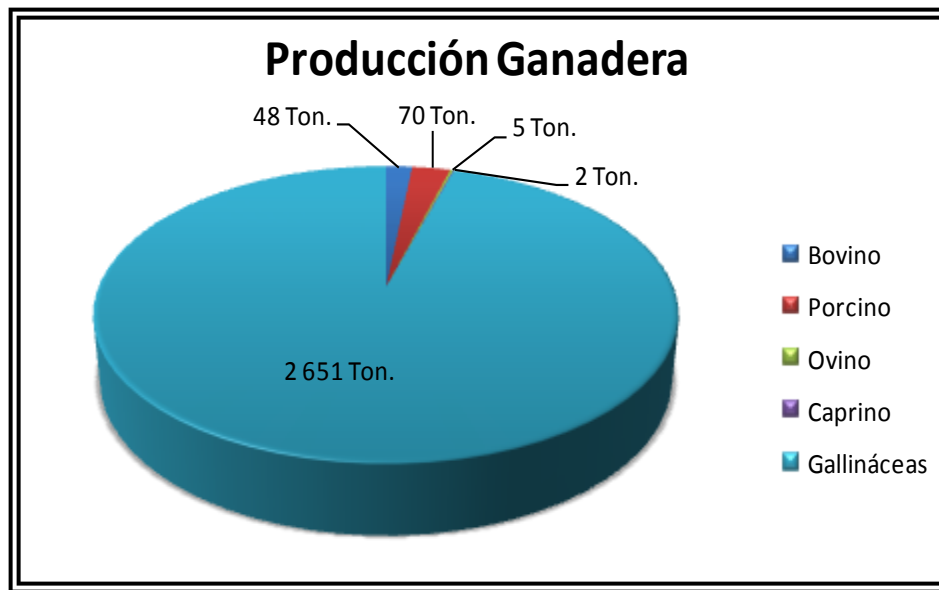


Figura IV.2.4.12 Producción ganadera del municipio de Jiutepec.

Como se puede observar en la Figura IV.2.4.12, la mayor producción de carne en canal existente en el municipio, es proveniente de la especie Gallinácea.

Fuente: INEGI XIII Censo General de Población y Vivienda 2010.

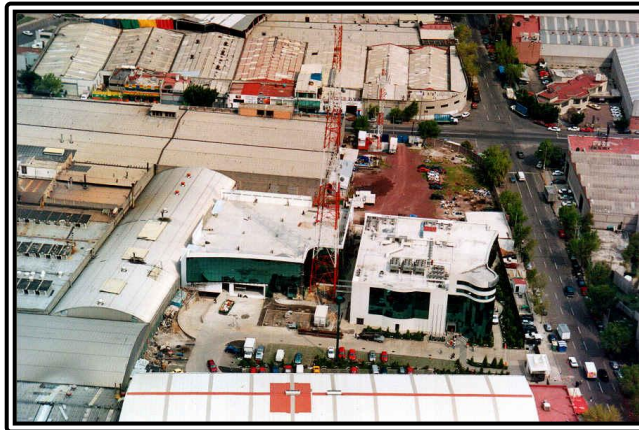
### Comercio

El dinamismo económico del comercio municipal ha incrementado considerablemente, debido, entre otras cosas, a la multiplicación de centros comerciales y tiendas de autoservicio. Así mismo, el comercio en la vía pública, en particular el denominado Tianguis, tiene dos valores importantes para la economía del municipio: inicialmente impacta favorablemente en la derrama económica y empleo; pero también sobresale en sentido negativo al producir afectación en las vialidades y en la imagen urbana, particularmente, por un deficiente control en los desechos sólidos. Cabe mencionar, que existen alrededor de 2 500 establecimientos comerciales dentro de los que destacan los destinados al sector turístico, como hoteles y restaurantes.

Fuente: Plan Municipal de Desarrollo 2009-2012. Municipio de Jiutepec.

### Industria

Como se menciono anteriormente, el municipio cuenta con la Ciudad Industrial del Valle de Cuernavaca (CIVAC), la cual es la más importante del estado, ya que cuenta con una superficie de 230 Has. El CIVAC cuenta con empresas de renombre entre las que destacan: Alucaps, Givaudan, Fibrolub Mexicana y Mycom Mayekawa, junto con otras 150 empresas; sin dejar de lado a NISSAN ya que es la instalación más grande que existe en el parque industrial, la cual tiene dos plantas de fabricación, y emplea a más de 2 000 trabajadores. El sector manufacturero se agrupa principalmente en siete sectores, de los que destacan: la Industria Automotriz, Industria Alimenticia y la Textil.



**Foto IV.2.4.6** Ciudad Industrial del Valle de Cuernavaca (CIVAC), ubicada en los municipios de Cuernavaca y Jiutepec en el Estado de Morelos.

**Fuente:** Plan Municipal de Desarrollo 2009-2012. Municipio de Jiutepec.

### **Atractivos Culturales y Turísticos.**

Dentro del Municipio de Jiutepec, se encuentran diversos lugares turísticos, tales como: balnearios, hoteles de lujo, haciendas, entre otros. Así mismo, se cuenta con restaurantes entre los que destacan Vips, Kiku, los Delfines, la Viga, y las Palapas del camino a San Gaspar. Es importante mencionar a las diversas festividades que se llevan a cabo en el municipio como el Carnaval, la procesión del Viernes Santo, la Feria del Señor Santiago y las Fiestas Patrias.



**Foto IV.2.4.7 y IV.2.4.8** Carnaval del municipio de Jiutepec, Morelos; el cual es uno de sus principales atractivos turísticos.

A este municipio acuden visitantes de diferentes partes del país, principalmente del Distrito Federal, Estado de México, Puebla y Guerrero, lo cual genera una importante derrama económica para el desarrollo del Municipio. Aunado a lo anterior, cuenta con una Reserva Ecológica conocida como Predio los Venados, el cual se localiza junto a la colonia Las Fincas, a este lugar llegan aves de muchos tipos y se han encontrado reliquias muy antiguas que son resguardadas por el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH).

**Fuente:** Enciclopedia de los Municipios de México, Municipio de Jiutepec.



## Gastronomía

La gastronomía del municipio de Jiutepec se caracteriza principalmente por el consumo de tortillas hechas a mano y el consumo de frijol cosechado en el año, costumbres que han ido desapareciendo debido al proceso de urbanización por el que atraviesa el municipio; sin embargo, tratando de que prevalezcan estas tradiciones, es común ver en algunas festividades del municipio la elaboración de estos productos. Aunado a lo anterior, en Jiutepec también se preparan platillos como mole verde, mole de pipían, mole rojo de guajolote, salsa verde con guajes, quesadillas, mixiotes de pollo, entre otros. Cabe mencionar que el mole verde de pipían, los iztloatamalle y los tamalli, únicamente se preparan una vez al año en el pueblo de Tejalpa (el 18 de Octubre) y se ofrecen gratuitamente a todos los asistentes a la celebración.

Fuente: Plan Municipal de Desarrollo 2009-2012. Municipio de Jiutepec.

### **Municipio de Yautepec de Zaragoza, Morelos.**

De acuerdo a los resultados presentados por el Censo de Población y Vivienda en el año 2005, el municipio contaba con un total de 84 513 habitantes, de los cuales 40 871 (48,36%) eran hombres y 43 642 (51,63%) mujeres. Además es el municipio con mayor Índice de Densidad Poblacional del Estado de Morelos, ya que para el 2010 su población ocupaba el 5,15% a nivel estatal; lo anterior, debido a que la Tasa de Crecimiento Poblacional había incrementado a un ritmo acelerado, pues el número de habitantes se incrementó a 97 827, de los cuales 47 581 son hombres y 50 246 mujeres (**Ver Figura IV.2.4.13**). A continuación se describen las características principales de la población municipal.



**Foto IV.2.4.9** Vista aérea de la población de Yautepec de Zaragoza, Morelos; la cual cuenta con 97 827 habitantes.



Tabla IV.2.4.10 Principales características de la población del municipio de Yautepec de Zaragoza.

Característica	Año	Cantidad
Población total	2010	97 827
Población total hombres	2010	47 581
Población total mujeres	2010	50 246
Relación hombres-mujeres	2010	94,70 %
Porcentaje de población de 15 a 29 años	2005	26,20 %
Porcentaje de población de 15 a 29 años hombres	2005	25,70 %
Porcentaje de población de 15 a 29 años mujeres	2005	26,70 %
Porcentaje de población de 60 y más años	2005	9,10 %
Porcentaje de población de 60 y más años hombres.	2005	9,10 %
Porcentaje de población de 60 y más años mujeres	2005	9,10 %
Total de Hogares Censados	2010	25 634
Total de Hogares con jefe hombre	2010	18 408
Total de Hogares con jefe mujer	2010	7 226
Total de Nacimientos	2009	1960
Total de Nacimientos hombres	2009	1 013
Total de Nacimientos mujeres	2009	947
Total de Defunciones generales	2009	423
Total de Defunciones generales hombres	2009	245
Total de Defunciones generales mujeres	2009	178
Matrimonios	2009	269
Divorcios	2009	43

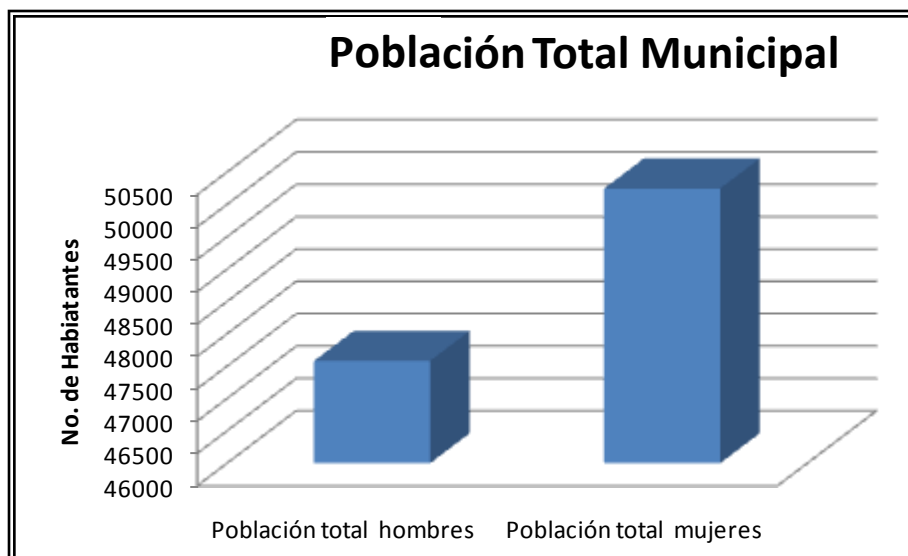


Figura IV.2.4.13 Población total del municipio de Yautepec de Zaragoza.



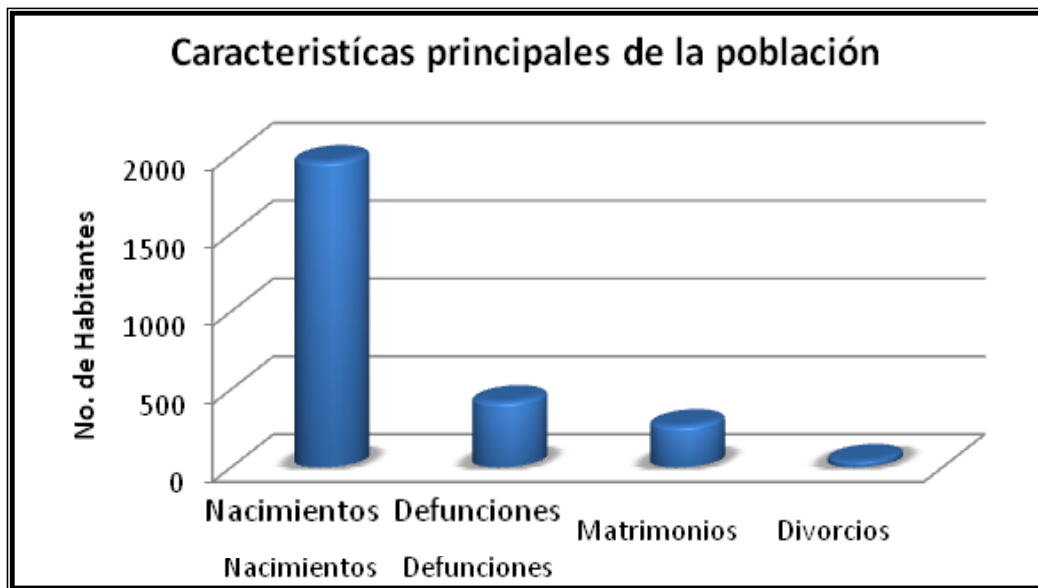


Figura IV.2.4.14 Características principales de la población de Yautepec de Zaragoza.

Fuente: INEGI XIII Censo General de Población y Vivienda 2010.

Cabe mencionar, que la población del municipio de Yautepec de Zaragoza, está compuesta por 1 517 (1,55%) pobladores indígenas, de los cuales 661 habitantes hablan lengua indígena y el resto español; así mismo, cuenta con 8 902 (9,1%) adultos mayores, y 25 630 (26,2%) jóvenes. Así mismo, cuenta con un Índice de Desarrollo Medio-Alto, por lo que se ubica en el lugar 477 del total de los municipios de la república mexicana. Esto debido principalmente al desarrollo de infraestructura y equipamiento social (educación, cultura, deporte y recreación). En lo que respecta a la educación, el municipio cuenta con diferentes instituciones destinadas a la impartición de conocimientos en los distintos niveles educativos. (Ver Tabla IV.2.4.11).

Tabla IV.2.4.11 Estructura del sistema educativo del municipio de Yautepec de Zaragoza.

	Nivel							
	Inicial	Especial	Preescolar	Primaria	Secundaria	Media Terminal/Técnico	Media Superior	Superior
Inmuebles	11	1	47	57	21	3	8	0
Escuelas por turno	11	5	64	69	24	3	9	2
Alumnos Hombres	40	88	1 669	6 657	2 967	3	1 181	203
Alumnos Mujeres	32	65	1 744	6 335	3 057	94	1 356	315
Docentes	20	10	154	462	228	12	106	65
Docentes Especial	1	40	22	120	68	2	30	0
Administrativo	23	10	29	50	188	1	83	19
Grupos	24	10	178	487	199	12	70	0
Aulas Existentes	18	11	125	68	171	12	76	0



## Economía

Para el municipio de Yauatepec de Zaragoza, las actividades económicas más importantes, son las relacionadas con la agricultura, la ganadería, la industria y el comercio. De acuerdo a datos registrados por el INEGI, el sector primario representa el 11,74%, el sector secundario el 25,51% y el terciario el 62,74% del valor total del Producto Interno Bruto generado por el Municipio. En base en lo anterior, se determina que la economía del municipio se sustenta principalmente en las actividades pertenecientes al sector terciario (Turismo, Comercio y Servicios).

Fuente: Plan Municipal de Desarrollo 2009-2012. Municipio de Yauatepec de Zaragoza.

Tabla IV.2.4.12 Población económicamente activa por sector económico.

Sector	Actividades Económicas	No. de Habitantes
Primario	Agricultura y Ganadería	3 139
Secundario	Industria y Alfarería	5 177
Terciario	Turismo, Comercio y Servicios	8 083

Fuente: Enciclopedia de los Municipios de México, Municipio de Yauatepec de Zaragoza.

## Principales Sectores, Productos y Servicios

### Agricultura

Como se mencionó anteriormente, el sector primario ocupa el 11,74% del aporte económico del municipio de Yauatepec de Zaragoza, el cual está conformado por 9 ejidos (Itzamatitlán, la Nopalera, el Caracol, San Carlos, Cocoyoc, Ignacio Bastida, Oaxtepec, Oacalco y Yauatepec), en los que se cultivan 4 086 Has, de las cuales 2 062 Has son de riego y 2 024 Has de temporal; del total de hectáreas cultivadas, el 33,26% están dedicadas a la producción de caña de azúcar, el 21,95% al cultivo de sorgo de grano y el 18,32% al cultivo de maíz, siendo estos los más importantes del municipio. Además el 26,47% de la superficie está dedicada al viverismo y a los cultivos de hortalizas, flores y frutos. Cabe mencionar, que de los tres principales cultivos del municipio se estima un ingreso anual aproximado de \$155 231 000, destacando la producción de caña de azúcar (230 000 Ton.) (Ver Tabla IV.2.4.4 y Figura IV.2.4.6).

Fuente: Plan Municipal de Desarrollo 2009-2012. Municipio de Yauatepec de Zaragoza.

Tabla IV.2.4.13 Producción agrícola durante el 2009.

Producto	Producción (Ton.)	Superficie sembrada (Ha)
Caña de azúcar	230 000	1 359
Sorgo de grano	4 472	1 040
Maíz	2 209	960
Alfalfa verde	2 880	48
Frijol	3	3
Tomate rojo	274	2

Fuente: INEGI XIII Censo General de Población y Vivienda 2010.



### Ganadería

Conforme a datos registrados en el Censo Agrícola, Ganadero y Forestal, la producción ganadera al igual que la agricultura es un detonante en la economía del municipio de Yautepec de Zaragoza, ya que el valor anual aproximado de la producción total ganadera del municipio es de \$121 352 000, valor proveniente de la producción de carne en canal de los diferentes tipos de ganado, así como de las aves de corral. Así mismo, cuenta con una producción lechera de 834 000 L./año y una producción de miel de 33 Ton. Esta derrama económica es posible gracias a que la cría y explotación principalmente del ganado bovino, así como a las aves de corral.

**Tabla IV.2.4.14** Producción ganadera del municipio de Yautepec de Zaragoza.

Especie	Producción de Carne en Canal (Ton.)
Bovino	212
Porcino	162
Ovino	16
Caprino	11
Gallináceas	4 707
<b>Total</b>	<b>5 108</b>

Fuente: Plan Municipal de Desarrollo 2009-2012. Municipio de Yautepec de Zaragoza.

### Comercio

Como se mencionó anteriormente, el dinamismo económico del municipio de Yautepec de Zaragoza se sustenta en actividades del sector terciario (62,74%), especialmente en las de comercio, servicios y turismo. El comercio es uno de los medios económicos fundamentales para el desarrollo del municipio, lo anterior debido principalmente a su ubicación geográfica, pues esta le permite ser un punto comercial dentro del estado de Morelos, ya que la población de los municipios denominados “Altos” (Tepoztlán, Totolapan, Tlalnepantla y Tlayacapan) mercan y comercian en la cabecera municipal.



**Foto IV.2.4.10** Comercio existente en el municipio de Yautepec de Zaragoza.



Dentro de los principales giros comerciales que existen en el municipio, destacan los dedicados a bienes y servicios (productos alimenticios y bebidas, misceláneas, abarrotes, alimentos balanceados e insumos agropecuarios). También cuenta con comercios dedicados a la venta de refacciones automotrices, materiales para la construcción, tlapalerías, papelerías, mueblerías, farmacias, florerías, gasolineras, cantinas, bares y posadas familiares.

**Tabla IV.2.4.15** Infraestructura comercial del municipio de Yautepec de Zaragoza.

<b>Categoría</b>	<b>Establecimientos</b>
Mercados Públicos	4
Mercados sobre ruedas o Tianguis	4
Oficinas Postales	19
Centros Comerciales	1
Tiendas Liconsa	8
<b>Total</b>	<b>36</b>

**Fuente:** Plan Municipal de Desarrollo 2009-2012. Municipio de Yautepec de Zaragoza.

### **Industria**

El sector secundario representa el 29,9% de la población ocupada, y aunque se cuente con un área destinada para este sector, no es considerado un factor de desarrollo económico para el municipio de Yautepec de Zaragoza, esto debido a que no existen plantas industriales que generen empleos de manera significativa. Lo anterior, debido al tipo de yacimiento presente en la región (Estratiforme y Volcánico), por lo que solo cuenta con empresas dedicadas a la explotación de minerales no metálicos (Caliza, Tezontle y agregados pétreos), dentro de las que destacan Cal y Materiales de Construcción Caliza de Yautepec, Purísima, S.A. de C.V., Canteras de Tenayo, S.A. y Triturados Wat, S.A. de C.V..

**Fuente:** Plan Municipal de Desarrollo 2009-2012. Municipio de Yautepec de Zaragoza.

### **Atractivos Culturales y Turísticos**

El turismo es la segunda actividad que destaca en el desarrollo económico del municipio, ya que es el motor del sector tanto en sus tres instancias de Gobierno, como para los prestadores de servicios turísticos presentes en la localidad.



**Foto IV.2.4.11** Ex-convento de Santo Domingo, uno de los principales atractivos turísticos del municipio de Yautepec de Zaragoza.

**Tabla IV.2.4.16** Principales atractivos turísticos del municipio de Yautepec de Zaragoza.





Categoría	Sitios	Establecimientos
Arquitectura Religiosa	Convento de Santa Catalina de la Siena	3
	Parroquia de la Asunción	
	Ex-convento de Santo Domingo	
Arquitectura Civil	Ex-Hacienda de Cocoyoc	5
	Ex-Hacienda San Carlos	
	Ex-Hacienda Ocalcalco	
	Ex-Hacienda Apanquetzalco	
	Ex-Hacienda Atlihuayan	
Recreación	El Bosque (Ejidal)	6
	El Recreo (Ejidal)	
	Itzamatitlán	
	Vista del Sol	
	Centro vacacional IMSS	
	Parque acuático Oaxtepec	
<b>Total</b>		<b>14</b>

Fuente: Plan Municipal de Desarrollo 2009-2012. Municipio de Yautepec de Zaragoza.

### Gastronomía

La gastronomía del municipio de Yautepec de Zaragoza se caracteriza principalmente por contar con platillos como el pipián, tamales de ceniza, mole rojo de guajolote, cecina con queso, crema y salsa verde, así como la típica barbacoa de cabrito y los tlacoyos de haba y frijol.

Fuente: Plan Municipal de Desarrollo 2009-2012. Municipio de Yautepec de Zaragoza.

### Municipio de Yecapixtla, Morelos.

La población del municipio de Yecapixtla alcanzó los 46 809 habitantes en el 2010, lo que representa el 2,54% respecto a la población total del estado, y lo coloca en el 12<sup>o</sup> lugar en población a nivel estatal. Con una densidad aproximada de 253 habitantes por Km<sup>2</sup> y de acuerdo a las proyecciones de la CONAPO, en el año 2030 se llegará a los 52 405 habitantes. Lo anterior, debido a que la tasa de crecimiento del municipio siempre ha mostrado comportamientos altos a medianos, pues desde la década 1950-1960 registraba apenas 1,6% cuando la estatal se encontraba en 3,5%. De acuerdo a los resultados presentados por el Censo de Población y Vivienda, actualmente el municipio cuenta con un total de 22 967 hombres y 23 842 mujeres. A continuación se describen las características principales de la población municipal.

Fuente: Plan Municipal de Desarrollo 2010-2012. Municipio de Yecapixtla.

Tabla IV.2.4.17 Principales características de la población del municipio de Yecapixtla.



<b>Característica</b>	<b>Año</b>	<b>Cantidad</b>
Población total	2010	46 809
Población total hombres	2010	22 967
Población total mujeres	2010	23 842
Relación hombres-mujeres	2010	96,30 %
Porcentaje de población de 15 a 29 años	2005	27,70 %
Porcentaje de población de 15 a 29 años hombres	2005	27 %
Porcentaje de población de 15 a 29 años mujeres	2005	28,40 %
Porcentaje de población de 60 y más años	2005	7,70 %
Porcentaje de población de 60 y más años hombres.	2005	7,90 %
Porcentaje de población de 60 y más años mujeres	2005	7,60 %
Total de Hogares Censados	2010	11 361
Total de Hogares con jefe hombre	2010	8 862
Total de Hogares con jefe mujer	2010	2 499
Total de Nacimientos	2009	1 065
Total de Nacimientos hombres	2009	539
Total de Nacimientos mujeres	2009	526
Total de Defunciones generales	2009	190
Total de Defunciones generales hombres	2009	116
Total de Defunciones generales mujeres	2009	74
Matrimonios	2009	112
Divorcios	2009	0

**Fuente: INEGI XIII Censo General de Población y Vivienda 2010.**

La categorización de la estructura de la población del municipio se condiciona principalmente, tanto por las tasas de mortalidad como por las tasas de natalidad para un período determinado. Dichas tasas producen una variación en los porcentajes respecto al total de la población. Cabe mencionar, que el comportamiento de las tasas de natalidad en el estado de Morelos, se caracterizan por un descenso paulatino y firme desde hace décadas, pues en el año 1995 se registraron 22 nacimientos por cada 1 000 habitantes, hecho que ha cambiado, ya que la tasa de natalidad ha bajado a 19,5. Así mismo, los índices de mortalidad también han mostrado comportamientos de descenso, pues en los mismos períodos se registraron 4,5 defunciones por cada 1 000 habitantes hasta llegar a 4,2. Otro factor importante es el sistema educativo existente en el municipio, ya que este impulsa el desarrollo de las comunidades, contando con instituciones que cubren desde el nivel preescolar hasta el medio superior (**Ver Tabla IV.2.4.18**).

**Tabla IV.2.4.18 Estructura del Sistema Educativo del municipio de Yecapixtla.**

<b>Nivel</b>	<b>Cantidad de Instituciones</b>
Preescolar	18
Primaria	24
Secundaria	2
Telesecundaria	8
Preparatoria	1
<b>Total</b>	<b>23</b>

### **Economía**

La situación económica del municipio de Yecapixtla, depende principalmente de las actividades que realiza la población económicamente activa, ya que el 40% de la población se concentra en el sector agrícola y ganadero, precedido por el sector comercio y servicios con el 39% de la población y



finalmente pero en igualdad de importancia el sector industrial con el 21% de su población. De acuerdo a datos reportados por el Censo Económico, el estado de Morelos obtuvo el 67% de su Producción Bruta Total (PBT) gracias a la industria manufacturera, siendo el sector industrial el que aporta mayor producción a nivel estatal y municipal, ya que aporta el 82% de la producción municipal, contribuyendo de esta forma al desarrollo del municipio.

**Tabla IV.2.4.19** Población económicamente activa por sector económico.

Sector	Actividades Económicas	% de PEA
Primario	Agricultura y Ganadería	40%
Secundario	Industria y Alfarería	21%
Terciario	Turismo, Comercio y Servicios	39%

Fuente: Plan Municipal de Desarrollo 2010-2012. Municipio de Yecapixtla.

### **Principales Sectores, Productos y Servicios**

#### **Agricultura**

El sector agrícola es fuente principal del desarrollo municipal, gracias a la producción de cultivos que componen la canasta básica, generando esto una ayuda para la población de Yecapixtla. El municipio, cuenta con una superficie de 11 901 Has, misma que se divide en agricultura de temporal (11 716 Has) y de condiciones de riego (185 Has), las cuales en conjunto permiten obtener cultivos como son el sorgo, maíz y frijol, mismos que en su mayor parte se destinan al autoconsumo, y una mínima parte se comercializa. Es importante mencionar la fruticultura, la cual no establece una producción de mayor importancia como los cultivos anteriores, pero forma parte del desarrollo económico de Yecapixtla, debido a que son productos que se comercializan en el mercado local y que son un atractivo para los turistas que llegan al municipio. Así mismo, existen tierras arenosas donde se produce el camote, la sandía y el cacahuate; así como tierras arcillosas, en las que se produce maíz, jitomate y calabaza, entre otros (**Ver Tabla IV.2.4.20**).

**Tabla IV.2.4.20** Producción agrícola del municipio de Yecapixtla.

Cultivo	Superficie Sembrada (Has)	Producción (Ton.)	Rendimiento (Ton./Has)	Valor de Producción (\$)
Sorgo grano	7 395	36 975	5	92 437,50
Maíz grano	5 466,50	20 233,9	3,71	71 798,65
Tomate rojo	495,1	15 309	30,92	81 414
Frijol	140,5	134,88	0,96	1 618,56
Tomate verde	136	1 904	14	7 235,20
Chile verde	80,2	320,6	4	1 795,60
Pepino	71	1 136	16	3 884,80
Cebolla	34	476	14	2 046,80
Calabacita	29	464	16	1 595,20
Ejote	6	60	10	240

Continuación... **Tabla IV.2.4.20** Producción Agrícola del municipio de Yecapixtla.



Cultivo	Superficie Sembrada (Has)	Producción (Ton.)	Rendimiento (Ton./Has)	Valor de Producción (\$)
Cacahuete	2	3,6	1,8	32,4
Higo	38,5	192,5	5	1 732,50
Aguacate	455	3 360	7,38	31 928
Limón	2	16	8	64
Durazno	46	440	9,56	4 310
Café cereza	60	180	3	558
Guayaba	10	46	4,6	198,4

Fuente: Plan Municipal de Desarrollo 2010-2012. Municipio de Yecapixtla.

### Ganadería

Esta actividad pertenece al sector primario, misma que en conjunto con la agricultura aporta el 15% de la Producción Bruta Total existente en el municipio de Yecapixtla, siendo la segunda actividad de mayor importancia económica para el municipio, ya que aproximadamente el 55% de la población la realiza. Lo anterior, debido a la cría y explotación de ganado, aves de corral y la apicultura; así como por la obtención de sus productos dentro de los que destacan carne, leche, huevo, lana y miel.

El ganado que presenta mayores beneficios económicos para el municipio, es el ganado bovino de doble propósito, ya que de esta especie se obtienen becerros para su venta en pie (**Ver Tabla IV.2.4.21**), así como la producción de queso, y requesón; siendo el queso el más reconocido en la región por su calidad y sabor. De igual forma, el municipio de Yecapixtla a nivel estatal, es uno de los mejores productores de miel de abeja, ya que en él se encuentra una gran cantidad de apicultores, los cuales producen la miel de una forma tradicional, misma que es reconocida como una de las de más alta calidad a nivel nacional.

Fuente: Plan Municipal de Desarrollo 2010-2012. Municipio de Yecapixtla.

**Tabla IV.2.4.21** Producción ganadera del municipio de Yecapixtla.

Especie	Producción de Carne en Canal (Ton.)
Bovino	275
Porcino	707
Ovino	20
Caprino	4
Gallináceas	3 692
<b>Total</b>	<b>4 698</b>

Fuente: INEGI XIII Censo General de Población y Vivienda 2010.

### Comercio





Como se mencionó anteriormente, el sector terciario aporta el 39% del sustento económico del municipio de Yecapixtla, mismo que genera el 1,4% de la Producción Bruta Total del municipio. Dentro de sus principales servicios se cuenta con los dedicados al manejo de desechos y servicios de remediación (0,5%), le siguen en orden de importancia los servicios de alojamiento temporal y los dedicados a la preparación de alimentos y bebidas con el 0,4%; sin dejar de lado los servicios de salud y asistencia social (0,3%). Actualmente cuenta con 58 restaurantes y con más de 128 negocios relacionados con la actividad turística, no obstante, la totalidad de estos negocios tiene muy poco capital para invertir en infraestructura, lo que genera una problemática para estos establecimientos, pues no se cuenta con la solvencia necesaria para mejorar sus instalaciones y así fomentar aun más el desarrollo turístico del municipio. Además de lo anterior, cuenta con servicios de telefonía celular e internet y servicios bancarios (Banamex y BANSEFI), así como con medios de comunicación (televisión y radio).

**Fuente: Plan Municipal de Desarrollo 2010-2012. Municipio de Yecapixtla.**

### **Industria**

Actualmente el municipio de Yecapixtla, cuenta con el Parque Industrial Burlington, el cual es un importante complejo textilero que consta de 3 plantas de manufactura y una Planta para Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) y de Proceso. Dicho parque genera grandes fuentes de trabajo, así mismo permite que el municipio se ubique dentro de los nueve municipios con mayor producción manufacturera del estado de Morelos, por lo que tiene una relevancia estratégica debido a que los nueve municipios en conjunto registran 38 892 unidades empresariales, correspondientes al 61 % del total estatal, mismas que generan empleo para 146 644 personas en edad laboral que representan el 55,5% de la población ocupada de Morelos.



**Foto IV.2.4.12** Industria manufacturera existente en el municipio de Yecapixtla.

**Fuente: Plan Municipal de Desarrollo 2010-2012. Municipio de Yecapixtla.**

### **Atractivos Culturales y Turísticos**



El municipio de Yecapixtla, se caracteriza principalmente por su “Turismo Cultural”, el cual está definido como: el viaje para conocer, comprender y disfrutar el conjunto de rasgos y elementos distintivos, espirituales y materiales, intelectuales y afectivos que caracterizan a su sociedad. Contando con sitios religiosos, tales como el Ex Convento de San Juan Bautista, declarado patrimonio de la humanidad por la UNESCO en el año de 1995 y perteneciente a la ruta del Volcán Popocatepetl, mejor conocida como la “Ruta de los Conventos”.



**Foto IV.2.4.13** Ex-convento de San Juan Bautista, perteneciente a la “Ruta de los Conventos” del Estado de Morelos y declarado patrimonio de la Humanidad.



**Foto IV.2.4.14** Ruta de los Conventos del Estado de Morelos.

Así mismo, tiene otras iglesias y estructuras de alto valor arquitectónico caracterizadas por combinaciones de estilos europeos con simbolismos indígenas que las hacen únicas en el mundo, como la de Pazulco; además, cuenta con exquisitas pinturas. Desafortunadamente estos sitios históricos han sufrido los estragos del tiempo, del clima y de los problemas socioculturales, mismos que han causado su deterioro.

Por otra parte, el municipio de Yecapixtla cuenta con el “Turismo Gastronómico”, mismo que se refiere a la visita de un destino en particular sólo para conocer y experimentar determinados tipos de comidas y bebidas de la región, así como para conocer las especialidades gastronómicas que se preparan en fechas específicas ó porque son de temporada, para conocer sus ingredientes e incluso para aprender a prepararlos. En el municipio también existe el turismo de aventura con una compañía asentada en la localidad de Huexca, la cual oferta servicios de paracaidismo.

**Fuente: Plan Municipal de Desarrollo 2010-2012. Municipio de Yecapixtla.**

### **Gastronomía**

La gastronomía yecapixtlense es famosa principalmente por la elaboración de Cecina de Res, así mismo cuenta con más atractivos como el queso y la crema de Achichipico, mismos que tienen su origen en épocas prehispánicas, y que son menos conocidos pero que indudablemente pueden fortalecer la actividad turística de la localidad. Además de lo anterior, cuenta con exquisitos platillos dentro de los cuales destacan los pitos de tzompantli (flores de colorín) y también los de carne de puerco enchilada.

**Fuente: Plan Municipal de Desarrollo 2010-2012. Municipio de Yecapixtla.**

### **Municipio de Tlayacapan, Morelos.**

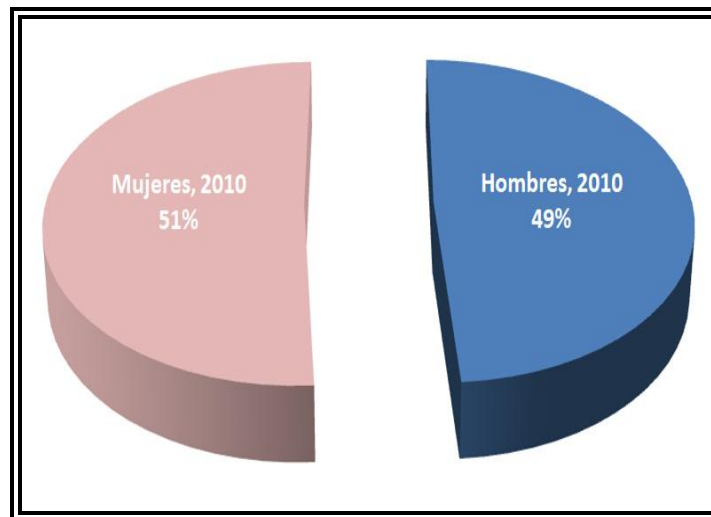


El municipio de Tlayacapan cuenta con una población total de 16 543 habitantes, misma que representa el 0,93 % de la población total del estado de Morelos.



**Foto IV.2.4.15** Vista aérea de la población de Tlayacapan, Morelos, la cual cuenta con 16 543 habitantes.

De la población total del municipio, la cantidad correspondiente por género es de 16 543 habitantes, de los cuales 8 102 son hombres y 8 441 (**Ver Figura IV.2.4.15**).



**Figura IV.2.4.15** Porcentaje de población por género del municipio de Tlayacapan.

**Fuente:** INEGI XIII Censo General de Población y Vivienda 2010

A continuación se presentan las características principales de la población del municipio de Tlayacapan (**Ver Tabla IV.2.4.22**).

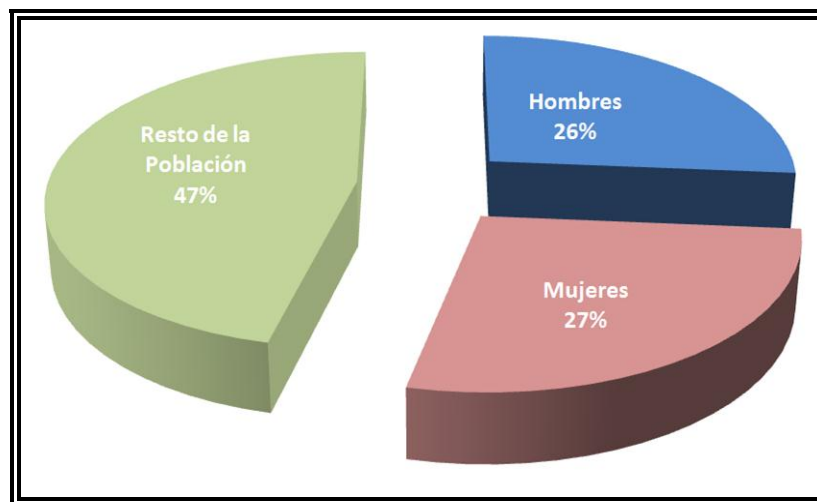
**Tabla IV.2.4.22** Características principales de la población del municipio de Tlayacapan.



Población	Año	Referencia
Población total	2010	16 543
Población total hombres	2010	8 102
Población total mujeres	2010	8 441
Relación hombres-mujeres	2010	96 %
Porcentaje de población de 15 a 29 años	2005	26,8 %
Porcentaje de población de 15 a 29 años hombres	2005	26,3 %
Porcentaje de población de 15 a 29 años mujeres	2005	27,3 %
Porcentaje de población de 60 y más años	2005	9,6 %
Porcentaje de población de 60 y más años hombres.	2005	9,8 %
Porcentaje de población de 60 y más años mujeres	2005	9,4 %
Total de Hogares Censados	2010	4 002
Total de Hogares con Jefatura Masculina	2010	3 261
Total de Hogares con Jefatura Femenina	2010	741
Total de Nacimientos	2008	365
Total de Nacimientos hombres	2008	178
Total de Nacimientos mujeres	2008	187
Total de Defunciones generales	2009	61
Total de Defunciones generales hombres	2009	31
Total de Defunciones generales mujeres	2009	30
Matrimonios	2008	71
Divorcios	2008	0

Fuente: INEGI XIII Censo General de Población y Vivienda 2010.

De la población total existente en el municipio, 4 434 habitantes están dentro del rango de edad de 15 a 29 años, de los cuales el 26,3 % son hombres y el 27,3 % mujeres (Ver Figura IV.2.4.16).



**Figura IV.2.4.16** Porcentaje de hombres y mujeres dentro del rango de edad de 15 a 29 años.

Fuente: INEGI XIII Censo General de Población y Vivienda 2010.

Del total de hogares censados en el año 2010, en el municipio existen 3 261 hogares con jefatura masculina y 741 con jefatura femenina. En la siguiente figura se muestran los porcentajes correspondientes al tipo de Jefatura que se tiene en los hogares del municipio (Ver Figura IV.2.4.17).



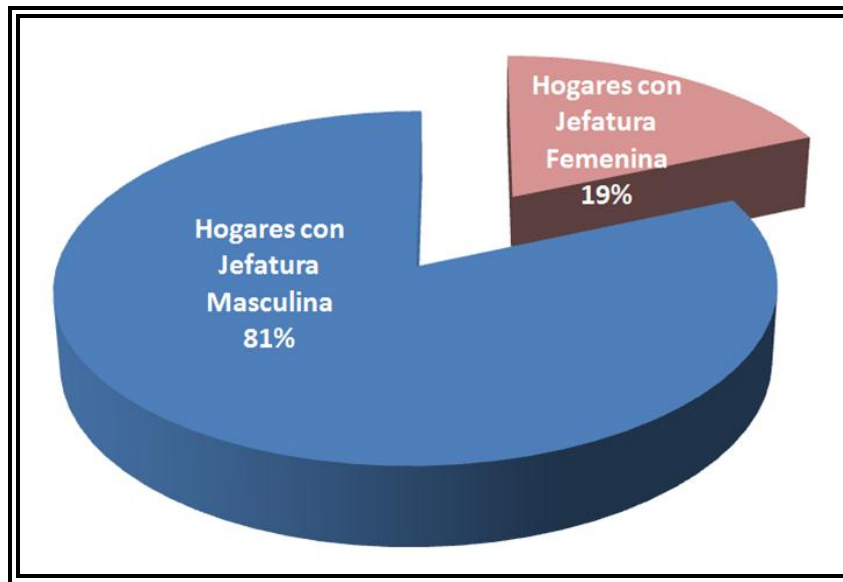


Figura IV.2.4.17 Jefatura en los hogares del municipio de Tlayacapan.

Fuente: INEGI XIII Censo General de Población y Vivienda 2010.

En el municipio de Tlayacapan, la actividad económica depende prioritariamente del sector agropecuario y la actual administración pretende promover e incentivar que se gestionen actividades para coadyuvar en el desarrollo económico de la población, centrándose en la generación de empleos y el crecimiento económico.

Para ampliar los retos económicos, se plantean estrategias que permitan alcanzar objetivos en cada una de las direcciones: política, social y económica, y así promover y hacer valer las leyes, los reglamentos, los valores y los principios establecidos. La política económica se enfoca en hacer que la economía crezca y que la población mejore sus condiciones de vida. Explotar de manera responsable las riquezas que tiene el municipio, la prioridad es impulsar el desarrollo sustentable que se necesita y continuar gestionando ante las dependencias de los tres niveles de gobierno los programas, para que los productores sean los que principalmente se beneficien y donde el gobierno municipal sea un conducto de vinculación.

### Economía

Dentro del municipio, en los últimos años se ha presentado un proceso de concentración urbana, mismo que ha permitido mantener hasta ahora un nivel satisfactorio en la cobertura de los servicios públicos. El municipio de Tlayacapan ocupa hoy un buen lugar en el ámbito nacional en cuanto a la calidad de vida presente entre sus habitantes. De acuerdo con datos del INEGI, el municipio de Tlayacapan tiene un grado bajo de marginación, ocupando el lugar 17 en el estado y el lugar 1 848 entre los municipios a nivel nacional. Cabe mencionar, que el porcentaje de su población que se encuentra económicamente activa desocupada es del 1,6 %, por lo tanto el 98,4 % de su población se encuentra económicamente activa. A continuación se describen las principales actividades que se desarrollan en el municipio de Tlayacapan (**Ver Tabla IV.2.4.23**).

Tabla IV.2.4.23 Principales actividades económicas del municipio de Tlayacapan.



Sector Productivo	Actividades del Sector	Porcentaje del PEA
Primario	Agricultura, Ganadería, Caza y Pesca	39,08 %
Secundario	Minería, Extracción de Petróleo y Gas Natural e Industria Manufacturera	20,31 %
Terciario	Comercio, Transporte y Comunicaciones y Servicios Financieros	39,01 %
Desocupado	-	1,6 %

Fuente: Plan Municipal de Desarrollo 2009-2012. Municipio de Tlayacapan.

Aunado a lo anterior, se presenta una gráfica representativa de las principales actividades económicas del municipio de Tlayacapan (Ver Figura IV.2.4.18).

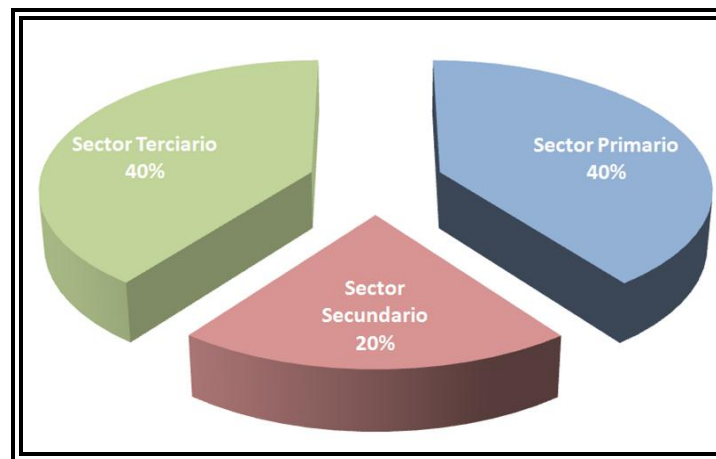


Figura IV.2.4.18 Principales actividades económicas del municipio de Tlayacapan.

Fuente: Plan Municipal de Desarrollo 2009-2012. Municipio de Tlayacapan.

Como se aprecia en la Figura IV.2.4.18, el sector primario abarca la población dedicada a la agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, caza y pesca; el sector secundario esta representado por toda la población cuya ocupación esta en las industrias manufactureras; y por último, el sector terciario abarca las actividades comerciales realizadas en el municipio.

### Principales Sectores, Productos y Servicios



### Agricultura

En el municipio se producen principalmente cultivos cíclicos, dentro de los cuales el tomate verde abarca una mayor superficie territorial, seguido por el maíz y el jitomate, ya que el municipio cuenta con una superficie total de 5 213,6 Has, de las cuales se utilizan 2 927 Has para uso agrícola. A continuación se muestra una gráfica que representa el total de la superficie sembrada en el municipio de Tlayacapan en un período de tiempo que comprende del año 1994 al 2009 (Ver Figura IV.2.4.19).

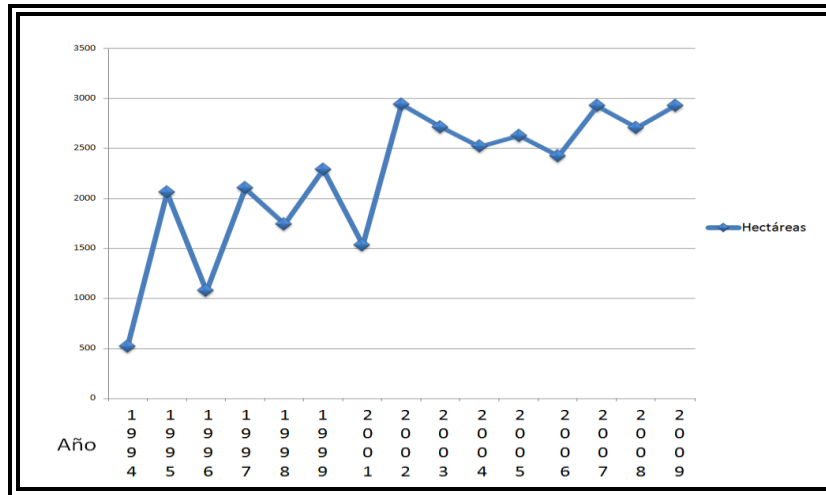


Figura IV.2.4.19 Superficie sembrada por año en el municipio de Tlayacapan.

Fuente: INEGI XIII Censo General de Población y Vivienda 2010.

A continuación se muestran los datos correspondientes a las superficies sembradas con los principales cultivos del municipio.

Tabla IV.2.4.24 Superficies sembradas por año de los principales cultivos en el municipio de Tlayacapan.

Cultivo	Superficie Sembrada por año (Has)					
	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Calabacita	116	104	61	97	72	98,5
Caña de Azúcar	120	120	16	29	131	139
Frijol	40	10	30	34	56	65
Maíz	1 298	710	1 471	996	1 040	1 048
Pepino	151	153	114	156	165	172
Tomate Rojo	476	198	557	517	349	392,5
Tomate Verde	273	193	593	741	484	460,51

Fuente: Plan Municipal de Desarrollo 2009-2012. Municipio de Tlayacapan.

### Ganadería

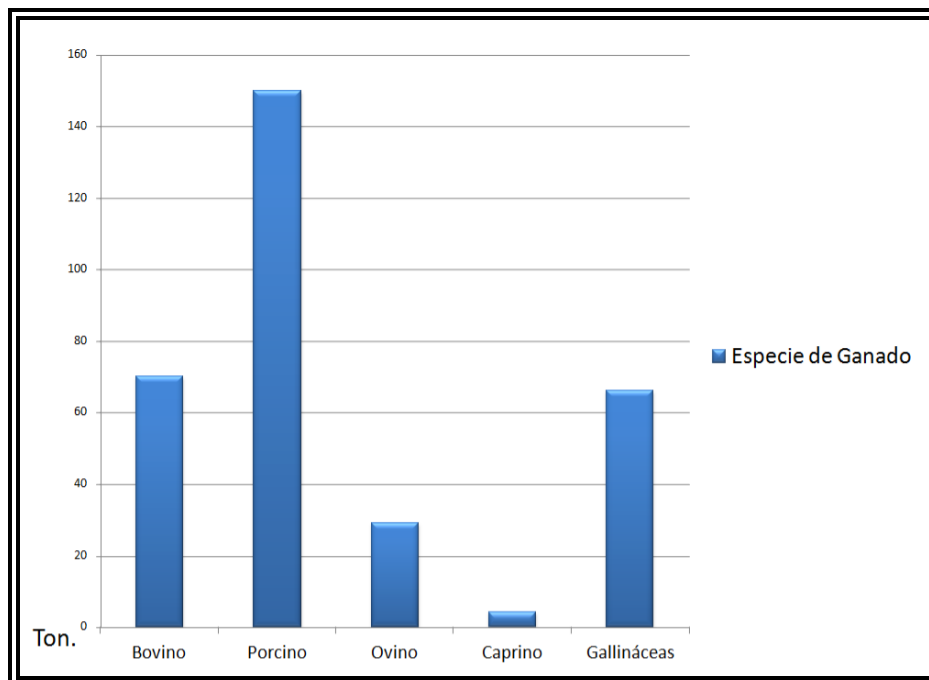


En el municipio de Tlayacapan se tiene una práctica muy reducida para esta actividad, se cuenta con cabezas de ganado bovino, porcino, ovino, caprino, además de distintas especies de aves. A continuación se indican los volúmenes de producción de carne en canal de las principales especies de ganado del municipio en el año 2009.

**Tabla IV.2.4.25** Producción de carne en canal por especie en el municipio de Tlayacapan.

<b>Especie</b>	<b>Producción de carne en canal Durante el 2009 (Ton.)</b>
Bovino	70
Porcino	150
Ovino	29
Caprino	4
Gallináceas	66

En la siguiente gráfica se puede apreciar una gran producción en cuanto a carne de ganado porcino se refiere, misma que es seguida por la producción de las especies bovina y gallinácea, respectivamente.



**Figura IV.2.4.20** Producción de carne en canal por especie en el municipio de Tlayacapan.

Fuente: INEGI XIII Censo General de Población y Vivienda 2010.

## Comercio





En el comercio del municipio de Tlayacapan, se presentan diferentes establecimientos comerciales dentro de las que destacan tiendas de abasto popular, tiendas, mercados ambulantes, un mercado municipal, misceláneas, papelerías, casas de fertilizantes, casas de materiales para la construcción, una ferretería, además se cuenta con establecimientos no regulados que van desde boneterías, sastrerías, funerarias, vulcanizadoras, talleres mecánicos, renta de salones de fiesta, salas y academias de belleza, etc. (**Ver Tabla IV.2.4.26**).

**Tabla IV.2.4.26** Principales establecimientos comerciales del municipio de Tlayacapan.

<b>Establecimientos Comerciales</b>	<b>Cantidad de Establecimientos durante el 2009</b>
Tiendas de Abasto	7
Tiendas	23
Mercados Ambulantes	2
Mercado Municipal	1
Oficinas Postales	2
Misceláneas	9
Papelerías	2
Casas de Fertilizantes	4
Casas de Materiales para la Construcción	2
Ferreterías	1

**Fuente:** Plan Municipal de Desarrollo 2009-2012. Municipio de Tlayacapan.



**Foto IV.2.4.16** Mercado ambulante existente en el municipio de Tlayacapan.

## Industria



Debido a que dentro del municipio se promueve el establecimiento de empresas y el fortalecimiento de la industria, en la actualidad se encuentran en operación microempresas, pequeñas, medianas y grandes empresas, siendo las más destacadas las del ramo de la cerámica y alfarería principalmente en el barrio de Texcalpa.



**Foto IV.2.4.17** Artículos procedentes de la industria artesanal (Cerámica y Alfarería) del municipio de Tlayacapan.

Además en el municipio se cuenta con un área de orientación para la formulación y evaluación de proyectos de preinversión en los cuales se pueda identificar viabilidad económica. Entre otros servicios que ofrece el municipio de Tlayacapan, es que brinda una promoción para capitales foráneos que deseen instalarse en la zona de reserva industrial, esto con el objetivo de seguir fomentando el desarrollo industrial y económico del municipio.

### **Atractivos Culturales y Turísticos.**

Dentro del municipio, el sector turístico es uno de los más relevantes debido a que representa la rama que por su propia actividad económica propicia la generación de empleos con mayor facilidad.

Como principal objetivo en cuanto a turismo se refiere, el municipio de Tlayacapan contempla promover el mejoramiento y crecimiento de la infraestructura turística con la cual dispone en la actualidad. Sus principales atractivos culturales y turísticos son:

- Monumentos Históricos: El ex convento de San Juan Bautista, mismo que fue declarado por la Unesco en 1996 como patrimonio de la humanidad; Capillas de Barrio dentro de las cuales destacan las de San Jerónimo, San Martín, Santa Cruz de Altica, La Magdalena, La Tlaxcalchica, Nuestra Señora del Tránsito y la capilla de La Concepción. Todas estas capillas son llamadas de barrio, debido a que representan simbólicamente a cada uno de los barrios de la Cabecera Municipal.
- Haciendas: La ex hacienda de San Nicolás, la cual se encuentra ubicada en la colonia de Pantitlán. Se cree que dicha hacienda perteneció a Hernan Cortés en el año de 1522, para que posteriormente el 12 de Octubre el Gobierno Nacional la confiscara y tomara su administración.
- Museos: Dentro del ex convento de San Juan Bautista se ofrece como atractivo los frescos que se plasmaron desde sus inicios, mismos que muestran y representan la forma de expresión de los Padres Agustinos quienes fueron los primeros evangelizadores del



Municipio; Otro atractivo turístico que ofrece la exposición de momias que fueron encontradas en la Nave Mayor de la iglesia, mismas que muestran la forma de vida de las personas que en ese tiempo habitaron la región.

- Monumentos Arquitectónicos: Centro cultural “La Cacería”, monumento que data del siglo XVII, este edificio fue en su esplendor una fabulosa fábrica de velas, a la fecha este edificio fue reparado y convertido en centro cultural en donde muy a menudo se montan exposiciones de fotografías, figuras y costumbres de distintos lugares.



**Foto IV.2.4.18** Ex-convento de San Juan Bautista, uno de los principales atractivos turísticos del municipio.

### **Fiestas, Tradiciones y Danzas:**

Uno de los principales turísticos del municipio es el carnaval de Tlayacapan el cual se lleva a cabo tres días antes del miércoles de ceniza; otro de los atractivos turísticos principales se realiza el primer viernes de cuaresma, mediante la celebración en honor al Señor de la Exaltación; además el cuarto viernes de cuaresma se desarrolla la festividad que conmemora a Nuestra Señora del Transito; aunado a las anteriores fiestas tradicionales a continuación se muestra una tabla con las fiestas más representativas del municipio.

**Tabla IV.2.4.27** Fiestas Tradicionales del Municipio de Tlayacapan.

<b>Fecha</b>	<b>Festejo</b>
3 de Mayo	Fiesta de la Santa Cruz, en la capilla de Altica, y en la ermita de la Tlaxcalchica, así como en todas las cruces ubicadas en lo alto de los cerros que rodean al pueblo.
24 de Junio	Festividad en honor a San Juan Bautista, patrono de esta Población, con una misa, y por la tarde unas horas con banda de viento.
25 de Julio	Festividad en honor a Santiago Apóstol, en la capilla del Barrio de los alfareros, con danzas prehispánicas.
15 de Agosto	Festividad en honor a San Agustín, patrono de la Comunidad de San Agustín.
7 de Octubre	Festividad en honor a la virgen del Rosario, que se lleva a cabo en el barrio de su mismo nombre con torito de luces.
30 de Noviembre	Festividad al señor San Andrés, Patrono de la Comunidad de San Andrés.

*Fuente: Plan Municipal de Desarrollo 2009-2012. Municipio de Tlayacapan.*

### **Gastronomía**



El municipio de Tlayacapan se distingue principalmente por contar con una amplia gastronomía, de la que destacan platillos como el mole verde de pepita (pipian) con tamales de ceniza, charales y frijoles blancos, mole rojo de pepita con tamales de ceniza y frijol cocido, mole de guajolotes, salsa verde, tlacoyos de haba y frijol, entre otros.

*Fuente: Enciclopedia de los Municipios. Tlayacapan, Morelos.*

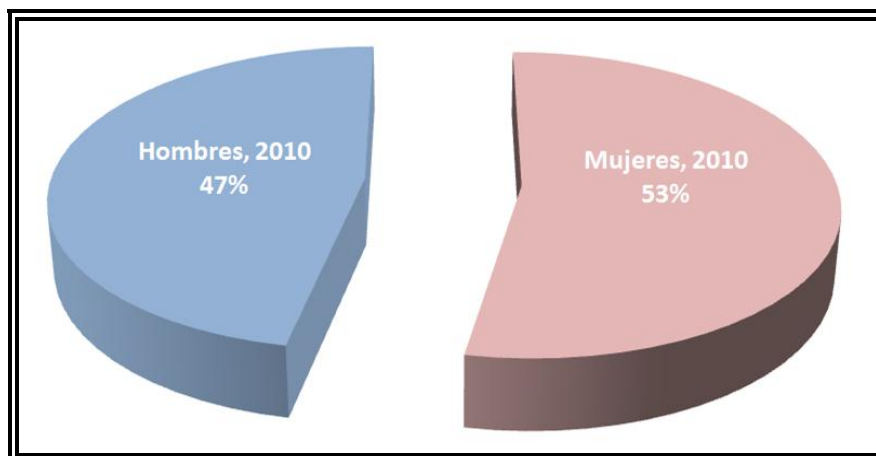
### **Municipio de Cuautla**

El municipio de Cuautla cuenta con una población total de 175 207, misma que representa el 9.85% de la población total del estado de Morelos.



**Foto IV.2.4.19** Entrada principal del municipio de Cuautla, Morelos; el cual cuenta con 175 207 habitantes.

Dentro de la población total del municipio, la cantidad correspondiente por género es de 175 207 habitantes, de los cuales 83 676 son hombres y 91 531 mujeres (**Ver Figura IV.2.4.21**).



**Figura IV.2.4.21** Porcentaje de Población municipal por género en el Municipio de Cuautla.

*Fuente: INEGI XIII Censo General de Población y Vivienda 2010.*





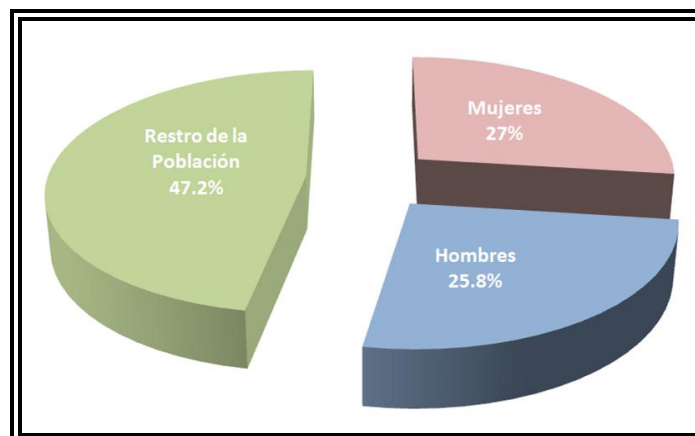
A continuación se presenta la tabla con las características principales de la población en el municipio de Cuautla.

**Tabla IV.2.4.28** Características principales de la población del municipio de Cuautla.

Población	Año	Referencia
Población total	2010	175 207
Población total hombres	2010	83 676
Población total mujeres	2010	91 531
Relación hombres-mujeres	2010	91,4 %
Porcentaje de población de 15 a 29 años	2005	26,4 %
Porcentaje de población de 15 a 29 años hombres	2005	25,8 %
Porcentaje de población de 15 a 29 años mujeres	2005	27 %
Porcentaje de población de 60 y más años	2005	9,4 %
Porcentaje de población de 60 y más años hombres.	2005	9 %
Porcentaje de población de 60 y más años mujeres	2005	9,7 %
Total de Hogares Censados	2010	46 060
Total de Hogares con Jefatura Masculina	2010	32 477
Total de Hogares con Jefatura Femenina	2010	13 583
Total de Nacimientos	2008	3 826
Total de Nacimientos hombres	2008	1 906
Total de Nacimientos mujeres	2008	1 919
Total de Defunciones generales	2009	957
Total de Defunciones generales hombres	2009	496
Total de Defunciones generales mujeres	2009	457
Matrimonios	2008	630
Divorcios	2008	183

*Fuente: INEGI XIII Censo General de Población y Vivienda 2010.*

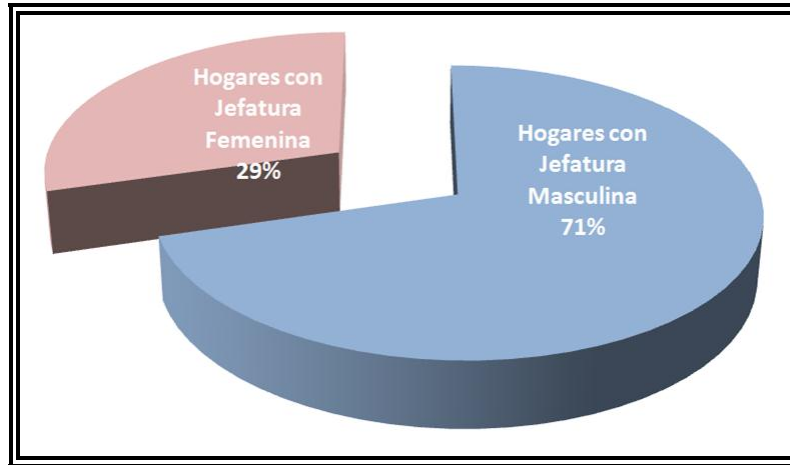
De la población total existente en el municipio 46 254 habitantes están dentro del rango de edad de 15 a 29 años, de los cuales el 25,8 % son hombres y el 27 % son mujeres. (Ver Figura IV.2.4.22).



**Figura IV.2.4.22** Porcentaje de Hombres y Mujeres dentro del Rango de edad de 15 a 29 años.



Del total de hogares censados en el año 2010 dentro del municipio están presentes 32 477 hogares con jefatura masculina y 13 583 con jefatura femenina. En la siguiente figura se muestran los porcentajes correspondientes al tipo de Jefatura que se tiene en los hogares del municipio.



**Figura IV.2.4.23** Jefatura en los Hogares del municipio de Cuautla.

*Fuente: INEGI XIII Censo General de Población y Vivienda 2010.*

El municipio de Cuautla, ocupa el primer lugar en actividad económica dentro del estado, dicha actividad depende prioritariamente del sector terciario, mientras que el comercio al por menor le sigue en importancia. En términos relativos la aportación de ambos sectores de actividad, así como los servicios privados no financieros son los que más se han incrementado en la última década.

La actual administración pretende promover e incentivar que se gestionen actividades para coadyuvar en el desarrollo económico de la población, centrando la generación de empleos y el crecimiento económico.

Para ampliar los retos económicos se plantean estrategias que permitan alcanzar objetivos en cada una de las direcciones: política, social y económica, y así promover y hacer valer las leyes, los reglamentos, los valores y los principios establecidos. La política económica se enfoca en hacer que la economía crezca y que la población mejore sus condiciones de vida. Explotar de manera responsable las riquezas que tiene el municipio, la prioridad es impulsar el desarrollo sustentable que se necesita y continuar gestionando ante las dependencias de los tres niveles de gobierno los programas, para que los productores sean los que principalmente se beneficien y donde el gobierno municipal sea un conducto de vinculación.

## **Economía**

En lo que se refiere a aspectos laborales el municipio de Cuautla ha ido cambiando la composición de la mano de obra de acuerdo con los sectores económicos, cuya tendencia es tener una mayor ocupación en los sectores industrial, comercial y de servicios, es decir secundario y el terciario. El municipio de Cuautla ocupa hoy un buen lugar en el ámbito nacional en cuanto a la calidad de vida presente entre sus habitantes. De acuerdo con datos del INEGI, el municipio de Cuautla tiene un grado muy bajo de marginación, ocupando el lugar 30 en el estado y el lugar 2286 entre los municipios a nivel nacional. Cabe mencionar que de un total de 75 588 habitantes que representan a la población económicamente activa, 2 748 habitantes de su población se encuentran dentro del sector económicamente activo desocupado, por lo tanto 72 840 se encuentran económicamente activos. A continuación se describen las actividades principales que se desarrollan en el municipio de Cuautla. (Ver Tabla IV.2.4.29).

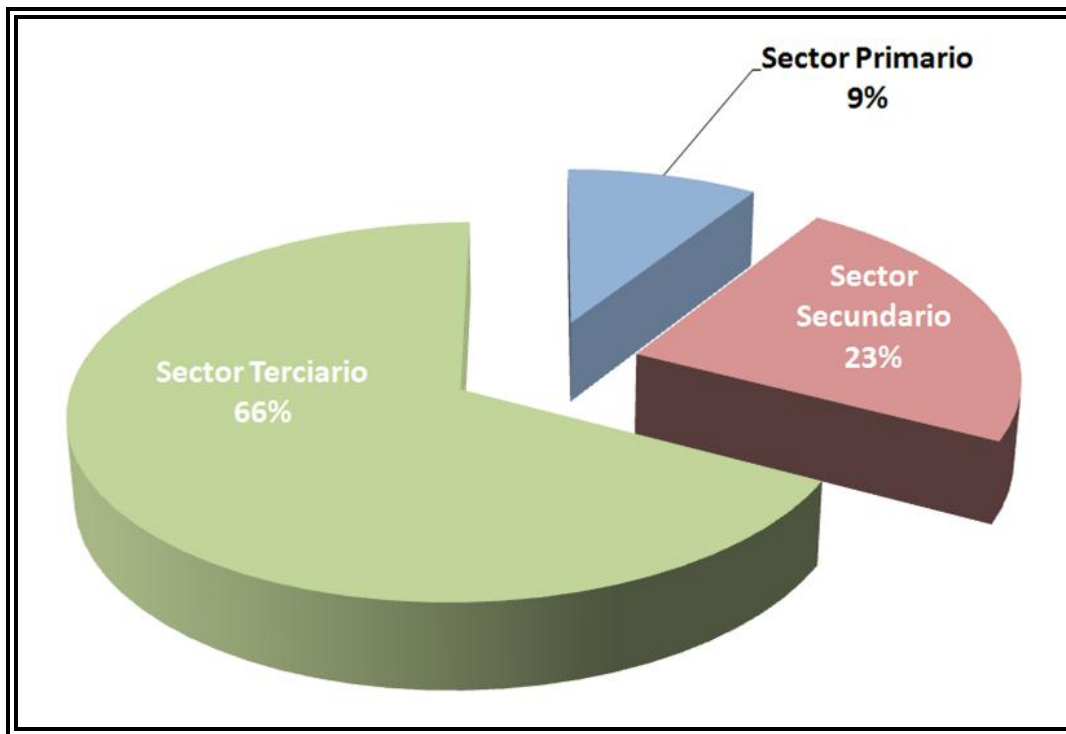


**Tabla IV.2.4.29** Principales Actividades Económicas del Municipio de Cuautla.

Sector Productivo	Actividades del Sector	Porcentaje de la PEA
Primario	Agricultura, Ganadería, Caza y Pesca	9 %
Secundario	Minería, Extracción de Petróleo y Gas Natural e Industria Manufacturera	23 %
Terciario	Comercio, Transporte y Comunicaciones y Servicios Financieros	66 %

*Fuente: Plan Municipal de Desarrollo 2011-2013. Municipio de Cuautla.*

Aunado a los datos anteriores, se presenta la gráfica representativa de las principales actividades económicas del municipio de Cuautla. (Ver Figura IV.2.4.30).



**Figura IV.2.4.30** Principales Actividades Económicas del Municipio de Cuautla.

*Fuente: Plan Municipal de Desarrollo 2011-2013. Municipio de Cuautla.*



## Principales Sectores, Productos y Servicios

### Agricultura

El municipio cuenta con una superficie para el uso agrícola de 7,720 Has, la agricultura del municipio en particular se basa en la explotación intensiva de áreas de riego donde se cultiva principalmente, caña de azúcar, arroz, maíz, frijol y hortalizas. En las áreas de temporal se cultiva principalmente maíz y sorgo.

A continuación se muestra la gráfica que representa el total de la superficie sembrada en el municipio de Cuautla en un período de tiempo que comprende desde el año de 1994 al 2009. (Ver Figura IV.2.4.31).

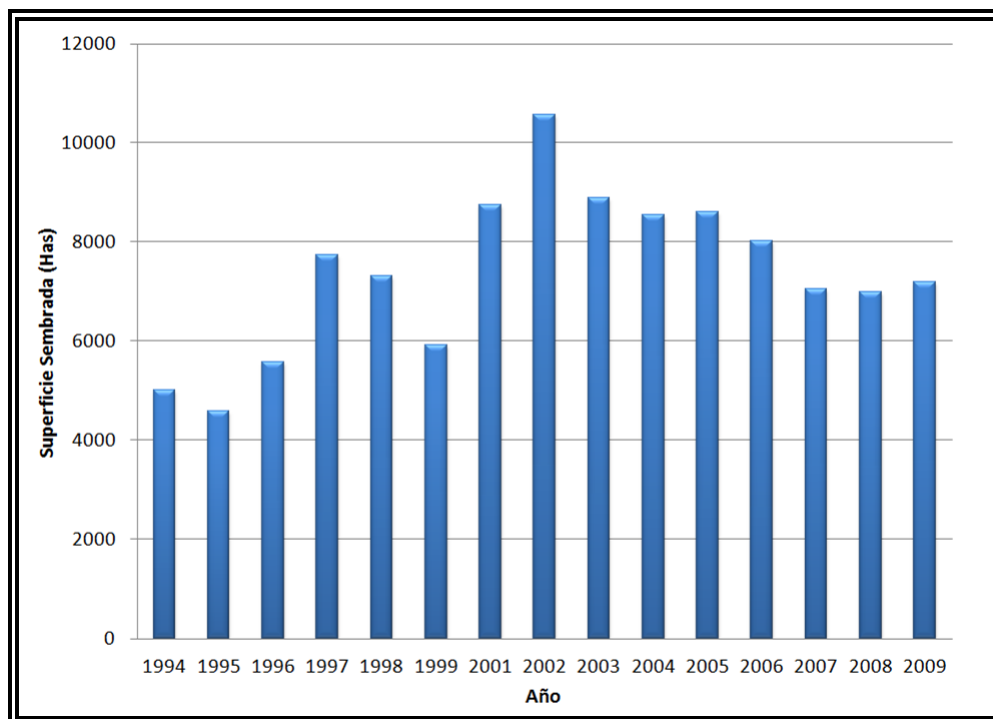


Figura IV.2.4.31 Superficies sembradas por año en el municipio de Cuautla.

Fuente: Plan Municipal de Desarrollo 2011-2013. Municipio de Cuautla.

La agricultura del estado de Cuautla se divide en dos principales sectores los cuales son:

- Agricultura de Riego: En donde la superficie de riego total es de 1 332,60 Has., y se encuentra distribuida por ejidos de la siguiente manera: Cuautla 1 332,60 Has; Gabriel Tepepa 751,4 Has; Casasano 657,30 Has; Cuautlixco 416,30 Has; Tetelcingo 330,0 Has; Calderón 289,40 Has; Eusebio Jauregui 207,10 Has; El Hospital 14,0 Has; Otilio Montaña 38,5 Has.
- Agricultura de Temporal: En donde la superficie de temporal es de 3 607 Has, mismas que se encuentran distribuidas de la siguiente forma: Ejido de Tetelcingo 1 498 Has; Cuautla 1 454 Has; Cuautlixco 295 Has; Gabriel Tepepa 192 Has; Calderón 140 Has; Casasano 28 Has.

El número de productores dentro del municipio es de 3 515, los cuales se encuentran distribuidos por municipio de la siguiente forma: Tetelcingo, 1 116; Cuautla 869; Gabriel Tepepa 540; Cuautlixco, 451; Casasano 259; Calderón 160; El hospital 42; Eusebio Jauregui 42 y Otilio Montaña, 36.





## Ganadería

Dentro del municipio existe una ganadería de mediana relevancia, destacando en este rubro la producción de leche, explotando alrededor de 1 200 cabezas de manera semi-intensiva. Además el ganado bovino se explota en forma extensiva, teniendo registros equivalentes a 2 660 pies de cría y 2 812 animales porcinos de los cuales aproximadamente 1 912 se explotan en traspatio; el ganado caprino se compone de 1 435 pies de cría que se explotan de manera extensiva y poco tecnificada, lo mismo ocurre con las 678 cabezas de ganado ovino. A continuación se muestra la grafica con los porcentajes de la producción de carne en canal por especie en el municipio de Cuautla.

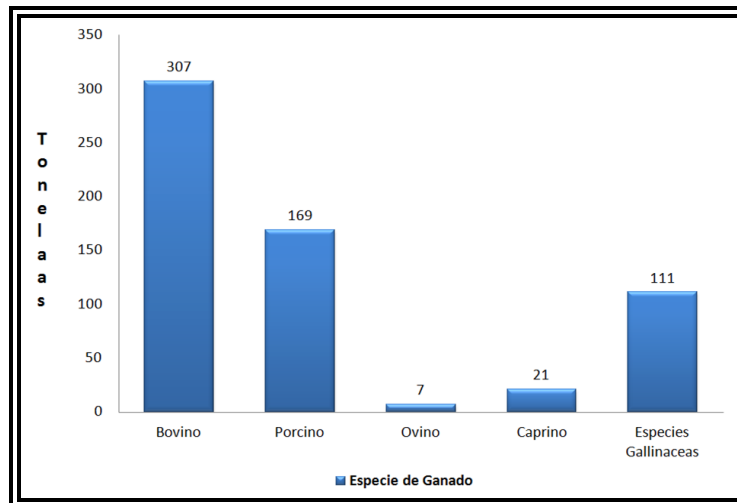


Figura IV.2.4.32 Producción de Carne en Canal por Especie en el Municipio de Cuautla.

*Fuente: Plan Municipal de Desarrollo 2011-2013. Municipio de Cuautla.*

Dentro del municipio existen 331 productores pecuarios cuya actividad principal es la explotación de ganado para producción de carne y 36 productores que se dedican a la explotación de ganado lechero. Existen 331 productores pecuarios cuya actividad principal es la explotación de ganado para la producción de carne y 36 productores que se dedican a la explotación de ganado lechero.

## Comercio

En el comercio del municipio de Cuautla se presentan diferentes actividades, dentro de las cuales destacan 4 021 establecimientos comerciales que generan 8 979 empleos, así mismo dentro del sector de servicios se registran 107 unidades entre las que se encuentran los servicios financieros, administrativos y alquiler de bienes, muebles e inmuebles que generan alrededor de 337 empleos.

El comercio es uno de los factores más representativos del sector económico terciario, mismo que ha tenido sus máximos logros en las últimas dos décadas.



Foto IV.2.4.20 Comercio ambulante presente en el municipio de Cuautla, Morelos.

### Industria

Debido a que dentro del municipio se promueve el establecimiento de empresas y el fortalecimiento industrial, en la actualidad se encuentran en operación 15 microempresas. Además en el municipio se cuenta con un área de orientación para la formulación y evaluación de proyectos de preinversión en los cuales se pueda identificar viabilidad económica. Entre otros servicios que ofrece el municipio de Cuautla, Morelos, es que brinda una promoción para capitales foráneos que deseen instalarse en la zona de reserva industrial, esto con el objetivo de seguir fomentando el desarrollo industrial y económico del municipio.



Foto IV.2.4.21 Parque Industrial de Cuautla, el cual alberga a las principales empresas del municipio.

Las principales empresas industriales instaladas en el área urbana municipal son la Embotelladora de Refrescos "Coca Cola", el Ingenio "La Abeja de Casasano", la fábrica empacadora de cacahuates "Martín Cubero", el molino de arroz "Buenavista", Maprisa del Sur S.A de C.V., Campi Dinova S.A. de C.V., Cacahuates y Semillas del Sur S.A de C.V., CIMSA, Distribuidora Maracol, S.A. de C.V., Grupo Industrial Casamar, Avícola Llano Grande Pro-Pollo, Carrocerías Aroche S.A. de C.V., Transformación Textil S.A. de C.V., Zapata estampados de Exportación S.A. de C.V., Agua Manantiales de Cuautla S.A de C.V., Carrocerías Cuautla S.A. de C.V., Distribuidora de Cerámica Morelense S.A. de C.V, Equipos Industriales Mexar, S.A. de C.V, Fábrica de Hielo La Escarcha, S.A., Impresos América S.A de C.V., Nutrimor S.A de C.V., Refrigeración de Cuautla S.A. de C.V., Lácteos Laguna S.A. de C.V. y Empresas Bimbo S.A. de C.V..



El Parque Industrial Cuautla, es un desarrollo de la iniciativa privada, que se encuentra en la zona oriente del municipio a una distancia de 8 kilómetros. Las condiciones que reúne este parque son totalmente favorables, su cercanía con el Distrito Federal así como la colindancia de los Estado de Puebla, Guerrero, Oaxaca y Estado México, comunicados a través de carretera y ferrocarril.

### **Atractivos Culturales y Turísticos**

Dentro del municipio, el sector turístico es uno de los más relevantes debido a que representa la rama que por su propia actividad económica propicia la generación de empleos con mayor facilidad. Como principal objetivo en cuanto a turismo se refiere, el municipio de Cuautla contempla promover el mejoramiento y crecimiento de la infraestructura turística con la cual dispone en la actualidad. La oferta turística del municipio, se integra por 43 establecimientos de hospedaje con calidad turística, económica hasta de 4 estrellas. Por lo que respecta a la oferta de alimentos y bebidas, se cuenta con un registro de 125 establecimientos entre restaurantes bares, discotecas y centros nocturnos, entre los que destacan los del tipo restaurant-bar como lo son "Las Golondrinas", restaurante "Cuautla Joes Mr. Grills", restaurante "Los Cantaritos", el "Asadero", "Las Palmas", "Los Ocampo", "Las Brasas", "Emilianos-Bar", discoteques "El Zarco", "El Mirador", "Madeiras", "Milenium" y "Barroco-Bar", entre otros. En lo que respecta a las discoteques por las características de su demanda ofrecen sus servicios los fines de semana y días festivos.

Además, se cuenta con 5 balnearios de características similares en sus instalaciones, pero con diversa propiedad de agua como son: el "Balneario Agua Hedionda" que cuenta con manantiales de aguas sulfurosas curativas mundialmente conocidas, "Balneario El Almeal" que también cuenta con manantiales de propiedades especiales, "Balneario Los Limones" y "Agua Linda" que se abastecen del manantial del Almeal y el "Balneario rústico Las Tazas" que cuenta con manantiales de diversas propiedades. La concentración de estos Balnearios promocionalmente han identificado al municipio como "La Ciudad de los Balnearios".



**Foto IV.2.4.22** Balneario existente en el municipio de Cuautla, el cual es utilizado como uno de los principales atractivos turísticos.

Como principal objetivo en cuanto a turismo se refiere, el municipio de Coatepec contempla promover el mejoramiento y crecimiento de la infraestructura turística con la cual dispone en la actualidad. Sus principales atractivos culturales y turísticos son:



### **Monumentos Históricos**

- Templo Mayor de la ciudad: Santiago Apóstol conocido por Santo Domingo seguramente por la presencia de frailes de esta Orden que habitaron el convento anexo.
- Iglesia y Ex-Convento de San Diego: Inicialmente fue una capilla de visita, construida por los dominicos, seguramente de Oaxtepec, en el Siglo XVI. Dicha Iglesia se encuentra formada por un atrio pequeño, rodeado por un enrejado actual (anteriormente rodeado por una barda de arcos invertidos) que nos conduce a la Iglesia.
- Capilla de Gualupita: La modesta capilla que conocemos por la de Gualupita, fue construida a partir del 5 de julio de 1603, por el pueblo de Xochimilcatzingo congregado aquí, en el barrio indígena de Xochitengo por órdenes del Virrey Gaspar Zúñiga y Acevedo.
- Palacio Municipal: Se desconoce la fecha de construcción de este edificio, la fachada es de estilo renacentista, sobria en adornos arquitectónicos, formada por esbeltos arcos, formando amplio portal, sobre el que descansa el segundo cuerpo, con su balconaje de vanos amplios, defendidos hasta el tercio de su altura por barandillas o antepechos de hierro.

### **Fiestas, Tradiciones y Danzas**

Una de las principales fiestas del municipio es la Feria del segundo viernes de cuaresma considerada como la segunda en importancia del estado. Dentro de dicha feria se conmemora en el Sitio de Cuautla del 19 de febrero al 2 de mayo con eventos culturales y artísticos durante los 72 días. 10 de abril, conmemoración de la muerte de Emiliano Zapata. 29 de septiembre, velada literario - musical y coronación de la reina de las fiestas patrias y 30 de septiembre, desfile cívico - militar para conmemorar el natalicio del General José María Morelos y Pavón. Además dentro del municipio se da a lugar la Feria de la Revolución misma que se lleva a cabo los días del 12 al 29 de Noviembre.

### **Traje Típico**

El autentico traje es el de Tetelcinga, que consiste en un huipil y un enredo de grueso paño azul oscuro, amarrado con amplios pliegues por medio de una faja de color azul y rojo. Elíseo Aragón decía que hace medio siglo algunas mujeres todavía acostumbraban pintarse el pelo de azul, rojo o verde, a la Olmeca. También se dice que la misma jícara en que tomaban agua y consumían sus alimentos, la usaban sobre la cabeza como adorno.

### **Gastronomía**

El alimento es parte fundamental de toda cultura. En la comida diaria o festiva se reflejan las ideas, los hábitos, las creencias, los valores y los símbolos de una sociedad; las cosas que ésta hace y las formas de usarlas, su manera de ser y de tener. De aquí, la importancia que tiene el conocer nuestras raíces y antiguas tradiciones culinarias que afortunadamente subsisten en la actualidad, dándole un toque distintivo y exquisito a la cultura Morelense.

Sopas: Molotes de Huitlacoche, Sopa de Calabaza con Flor, Crema de Hongos, Sopa Azteca, Crema de Berros, Sopa de Verdolagas con Mollejas de Pollo, Sopa de Nopales y Sopa de Cebolla.

Guisados: Guasmole Criollo, Mole Verde de Pipían, Carne de Puerco en Salsa Verde con Chumiles, Verdolagas en Salsa Verde, Cacahuete Morelense con Pollo y Guasmole Rojo, Tortitas de Flor de Tzompantli y Frijoles Quebrados.





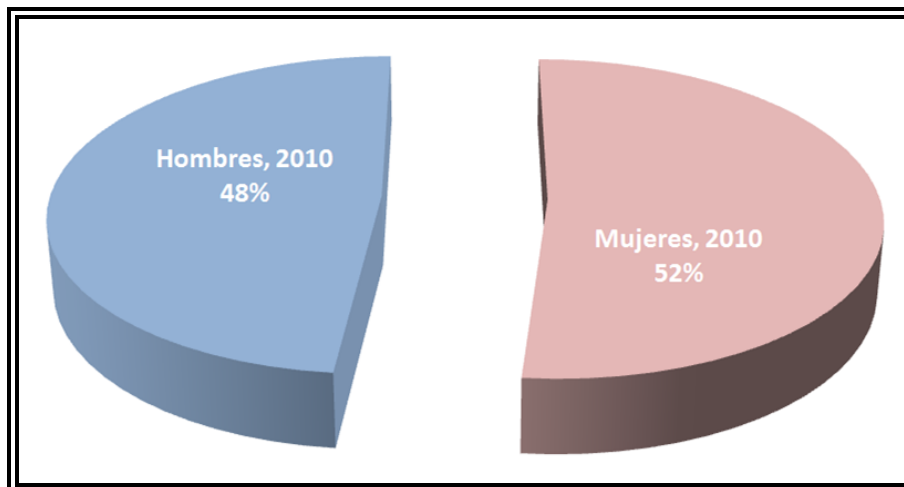
**Municipio de Ayala.**

El municipio de Ayala cuenta con una población total de 78 866 habitantes, misma que representa el 4,43 % de la población total del estado de Morelos.



**Foto IV.2.4.23** Vista aérea de la población de Ayala, Morelos; la cual cuenta con 78 866 habitantes.

Dentro de la población total del municipio, la cantidad correspondiente por género es de 78 866 habitantes, de los cuales 38 186 son hombres y 40 680 mujeres (**Ver Figura IV.2.4.33**).



**Figura IV.2.4.33** Porcentaje de Población municipal por género.

*Fuente: INEGI XIII Censo General de Población y Vivienda 2010.*

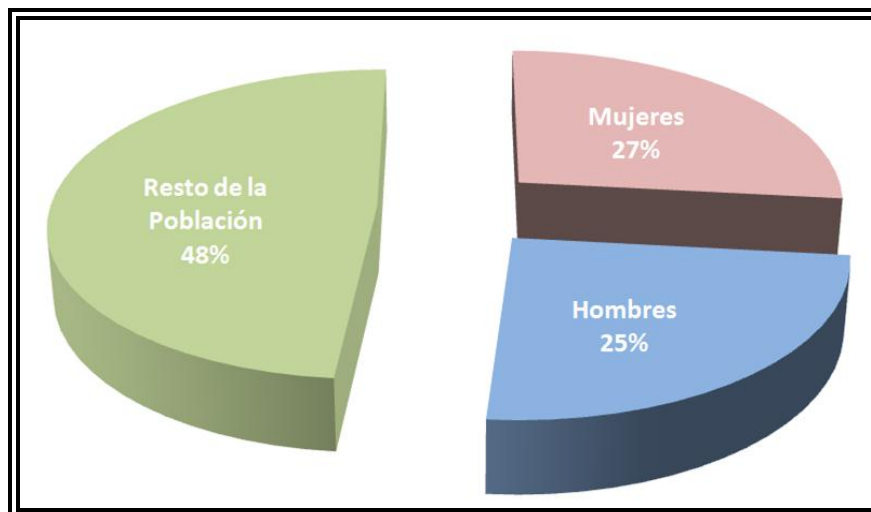
A continuación se presenta la tabla con las características principales de la población en el municipio de Ayala.



**Tabla IV.2.4.30** Características principales de la población del municipio de Ayala.

Población	Año	Referencia
Población total	2010	78 866
Población total hombres	2010	38 186
Población total mujeres	2010	40 680
Relación hombres-mujeres	2010	93,9 %
Porcentaje de población de 15 a 29 años	2005	25,7 %
Porcentaje de población de 15 a 29 años hombres	2005	24,7 %
Porcentaje de población de 15 a 29 años mujeres	2005	26,7 %
Porcentaje de población de 60 y más años	2005	9,1 %
Porcentaje de población de 60 y más años hombres.	2005	9,2 %
Porcentaje de población de 60 y más años mujeres	2005	9,0 %
Total de Hogares Censados	2010	20 226
Total de Hogares con Jefatura Masculina	2010	14 538
Total de Hogares con Jefatura Femenina	2010	5 688
Total de Nacimientos	2008	1 541
Total de Nacimientos hombres	2008	782
Total de Nacimientos mujeres	2008	759
Total de Defunciones generales	2009	365
Total de Defunciones generales hombres	2009	189
Total de Defunciones generales mujeres	2009	176
Matrimonios	2008	205
Divorcios	2008	0

De la población total existente en el municipio 20 268 habitantes están dentro del rango de edad de 15 a 29 años, de los cuales el 24,7 % son hombres y el 26,7 % son mujeres el mismo porcentaje. (Ver Figura IV.2.4.34).



**Figura IV.2.4.34** Porcentaje de Hombres y Mujeres dentro del Rango de edad de 15 a 29 años.

*Fuente: INEGI XIII Censo General de Población y Vivienda 2010.*

Del total de hogares censados en el año 2010 dentro del municipio están presentes 14 538 hogares con jefatura masculina y 5 688 con jefatura femenina. En la siguiente figura se muestran los porcentajes correspondientes al tipo de Jefatura que se tiene en los hogares del municipio.

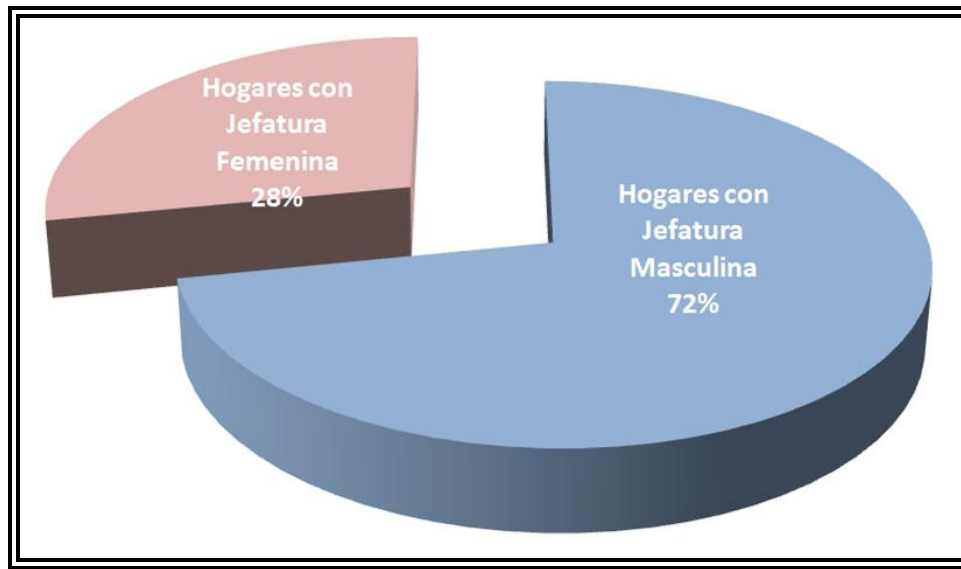


Figura IV.2.4.35 Jefatura en los Hogares del municipio del municipio de Ayala.

Fuente: INEGI XIII Censo General de Población y Vivienda 2010.

En el municipio de Ayala la actividad económica depende prioritariamente del sector agropecuario y la actual administración pretende promover e incentivar que se gestionen actividades para coadyuvar en el desarrollo económico de la población, centrando la generación de empleos y el crecimiento económico.

Para ampliar los retos económicos se plantean estrategias que permitan alcanzar objetivos en cada una de las direcciones: política, social y económica, y así promover y hacer valer las leyes, los reglamentos, los valores y los principios establecidos. La política económica se enfoca en hacer que la economía crezca y que la población mejore sus condiciones de vida. Explotar de manera responsable las riquezas que tiene el municipio, la prioridad es impulsar el desarrollo sustentable que se necesita y continuar gestionando ante las dependencias de los tres niveles de gobierno los programas, para que los productores sean los que principalmente se beneficien y donde el gobierno municipal sea un conducto de vinculación.

### Economía

El crecimiento que se ha presentado en el municipio de Ayala, ha permitido que sus límites territoriales tengan confluencia con los municipios cercanos, además de presentarse un proceso de concentración urbana, mismo que, hasta ahora permite mantener un nivel satisfactorio en la cobertura de los servicios públicos. El municipio de Ayala ocupa hoy un buen lugar en el ámbito nacional en cuanto a la calidad de vida presente entre sus habitantes. De acuerdo con datos del INEGI, el municipio de Ayala tiene un grado bajo de marginación ocupando el lugar 16 en el estado y el lugar 1832 entre los municipios a nivel nacional.

Cabe mencionar que la población que se encuentra económicamente activa desocupada, es de 1 615 habitantes, en cuanto a la población económicamente activa se cuenta con el registro de 28 072 habitantes. A continuación se describen las actividades principales que se desarrollan en el municipio de Morelos (**Ver Tabala IV.2.4.31**).

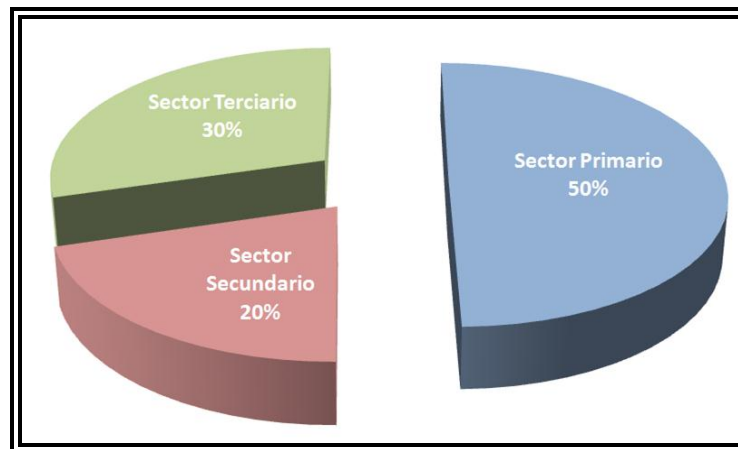


**Tabla IV.2.4.31** Principales Actividades Económicas del Municipio de Ayala.

Sector Productivo	Actividades del Sector	Porcentaje de la PEA
Primario	Agricultura, Ganadería, Caza y Pesca	49.79%
Secundario	Minería, Extracción de Petróleo y Gas Natural e Industria Manufacturera	20.6%
Terciario	Comercio, Transporte y Comunicaciones y Servicios Financieros	29.61%

Aunado a los datos anteriores, se presenta la gráfica representativa de las principales actividades económicas del municipio de Ayala. (Ver Figura IV.2.4.36.).

*Fuente: Plan Municipal de Desarrollo 2010-2012. Municipio de Ayala.*



**Figura IV.2.4.36.** Principales Actividades Económicas del Municipio de Ayala.

**Principales Sectores, Productos y Servicios**

**Agricultura**

El municipio cuenta con una superficie total destinada para el uso agropecuario de 10 024 Has dentro de las cuales se producen los siguientes cultivos principalmente. (Ver Tabla IV.2.4.32).

**Tabla IV.2.4.32** Principales Cultivos del Municipio de Ayala.

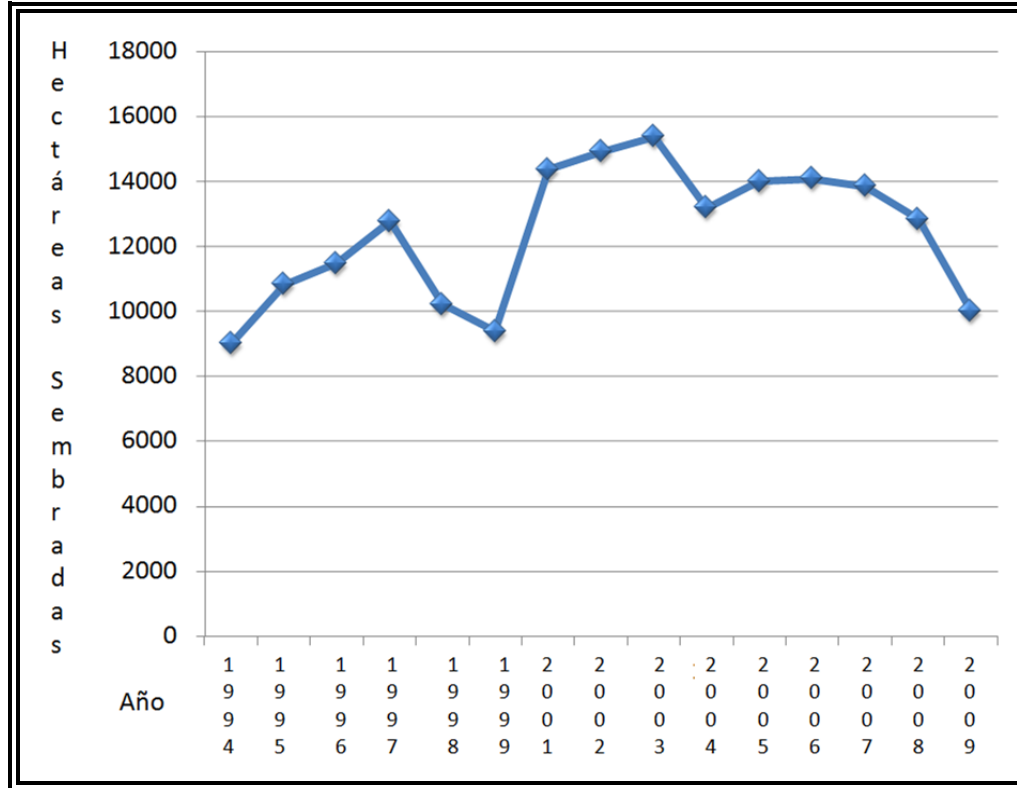
Cultivo	Superficie Sembrada (Has)	Época de Siembra
Maíz de Grano	1 574	Jun.-Jul.
Maíz	1 951	Sep.-Ene.
Sorgo	4 529	Jun.-Jul.
Cebolla	4 305	Ago.-Dic.
Arroz	241	Jun.-Jul.
Frijol	34	Jun.-Jul.
Pepino	99	Nov.-Mar.
Caña de Azúcar	1 766	Nov.-Dic.





*Fuente: Enciclopedia de los Municipios. Ayala, Morelos*

A continuación se muestra la gráfica que representa el total de la superficie sembrada en el municipio de Ayala en un período de tiempo que comprende desde el año de 1994 al 2009. (Ver Figura IV.2.4.37).



**Figura IV.2.4.37** Superficies Sembradas por año en el Municipio de Ayala.

*Fuente: INEGI XIII Censo General de Población y Vivienda 2010.*

### Ganadería

En el municipio de Ayala esta actividad es principalmente de explotación intensiva, sin embargo, muchos ganaderos están transformando sus explotaciones a los tipos de semi-intensiva e intensivas, con la actividad de cría y explotación de animales. La población Ganadera se integra de 13 439 cabezas de ganado bovino, 3 374 de ganado porcino, 172 de ovino, además de 4 848 900 aves de diferentes especies. Dentro del municipio se cuenta con el programa de Estímulos a la Productividad Ganadera, mismo que está basado en el incremento de la producción forrajera de las tierras de pastoreo. A continuación se muestra la gráfica con los porcentajes de la producción de carne en canal por especie en el municipio de Ayala. (Ver Figura IV.2.4.38).

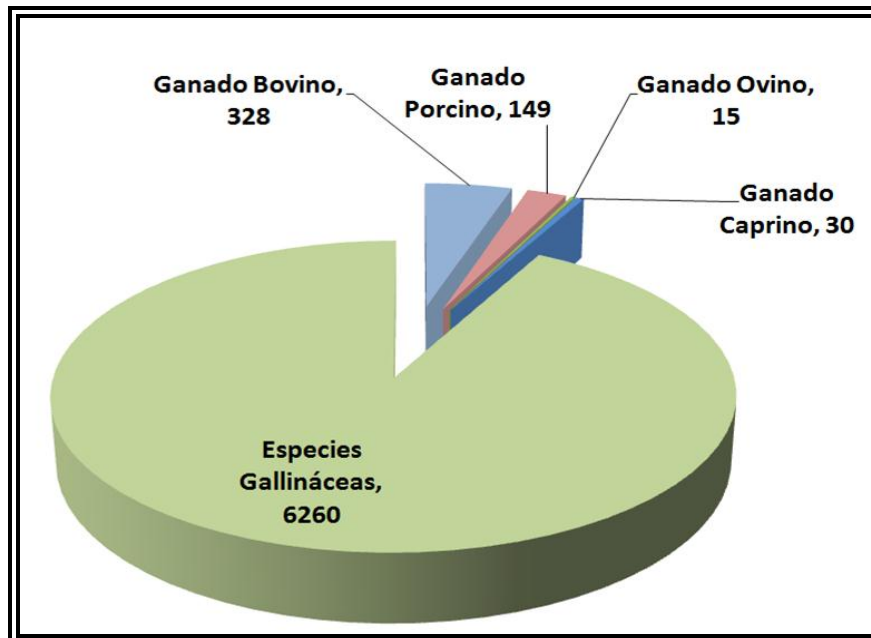


Figura IV.2.4.38 Producción de Carne en Canal por Especie en el municipio de Ayala.

Fuente: INEGI XIII Censo General de Población y Vivienda 2010.

### Comercio

En el municipio dentro de este sector se tienen registrados cerca de 1 500 establecimientos comerciales de los cuales el 30 % corresponden a comercios mayoristas y el 70 % son del tipo de menudeo. Dichos establecimientos comerciales generan 6 456 empleos directos, además en el municipio de Ayala, este sector está asociado a la Cámara Nacional de Comercios y Servicios de Cuautla, mismo que agrupa los establecimientos de los municipios de Axochiapan, Jonacatepec, Jantetelco, Temoac, Teplacingo, Yecapixtla, Cuautla, Tetela del Volcán, Ocuituco, Zacualpan y Ayala.

Además de lo anterior, cuenta con alrededor de 1 200 establecimientos no registrados como boneterías, sastrerías, funerarias, vulcanizadoras, talleres mecánicos, renta de salones de fiesta, salas y academias, principalmente.

### Industria

Debido a que dentro del municipio se promueve el establecimiento de empresas y el fortalecimiento industrial, en la actualidad se cuenta con el área del Parque Industrial Cuautla, dicho parque es la segunda zona industrial en el estado, cuenta con 27 empresas operacionales como la planta de almacenamiento y distribución de PEMEX, Combustibles de Morelos S.A. de C.V., quienes se encargan de surtir de combustibles a toda la región oriente, vidrio plano saint-gobain, Grupo Comercial Kasamar, Química y Derivados, preconcreto de alta resistencia, Roadsa, Alustar S.A.; CIMSA, Continental de Alimentos S.A.; Zapata Estampados de Exportación, Politec Internacional, Industrias Mikko, Fertilizantes Nacionales S.A. de C.V., entre otras.



**Foto IV.2.4.24** Industria manufacturera, presente en el municipio de Ayala, Morelos.

Fuera del parque industrial se encuentran las empresas Disogram Mexicana, Smrit de México, y Teneria de Morelos (Temola); la primera se dedica a las actividades de maquila para exportación, la segunda produce retenes y piezas de precisión y la última se dedica al curtido de pieles de ganado bovino.

*Fuente: Plan Municipal de Desarrollo 2010-2012. Municipio de Ayala.*

### Atractivos Culturales y Turísticos

Dentro del municipio, el sector turístico es uno de los más relevantes debido a que representa la rama que por su propia actividad económica propicia la generación de empleos con mayor facilidad. Como principal objetivo en cuanto a turismo se refiere, el municipio de Ayala contempla promover el mejoramiento y crecimiento de la infraestructura turística con la cual dispone en la actualidad. Sus principales atractivos culturales y turísticos son: áreas naturales de esparcimiento como los balnearios "El Axocoche que es ejidal", "El Colibri" que es particular, ambos cuentan con grandes espacios para estacionamiento y acampado, cuentan con seguridad entre otros aspectos; hay dos museos de interés histórico y cultural que son Casa Museo General Emiliano Zapata que es donde nació "El caudillo del sur" y la Ex-Hacienda de Chinameca en donde fuera arteramente asesinado el caudillo; la Ex-Hacienda de Apatlaco, la de Tenextepango, y la Iglesia de Anenecuilco, así como las ruinas arqueológicas de la Colonia Olinztepec.

### Fiestas, Tradiciones y Danzas

A continuación se muestra una tabla con las fiestas más representativas del municipio de Ayala.

**Tabla IV.2.4.16** Fiestas Tradicionales del Municipio de Ayala.

Fecha	Festejo
3 de Mayo	Festividad en honor a la Santa Cruz
15 de Mayo	Festividad en honor a San Isidro Labrador
24 de Junio	Festividad en honor a San Juan Bautista
25 de Julio	Festividad en honor al Sr. Santiago Apóstol
24 de Agosto	Festividad en honor a San Bartolo
12 de Diciembre	Festividad con honor a la Virgen de Guadalupe
21 de Diciembre	Festividad en honor a Santo Tomas



#### **IV.2.5 Diagnóstico ambiental**

En base a la información recopilada y verificada en los recorridos de campo, la caracterización ambiental resultante de los aspectos ambientales, presenta impactos al suelo debido a la generación de residuos sólidos urbanos por parte de los habitantes de los municipios de Cuernavaca, Jiutepec, Yautepec, Tlayacapan, Cuautla, Yecapixtla y Ayala, ya que se constató que en el derecho de vía de la carretera Federal No. 160, que es donde se instalará el proyecto, existen áreas en donde se aprecia la existencia de residuos sólidos urbanos sobre áreas con suelo natural, esto es debido a que los habitantes de las localidades, tanto urbanas como rurales localizadas sobre el derecho de vía, no hacen conciencia respecto a la importancia de segregar y disponer los residuos conforme a la normatividad aplicable, así mismo, la situación actual que presenta el suelo donde se ubicará el proyecto, es un factor importante para la instalación del Gasoducto, ya que éste estará guiado por el derecho de vía de la carretera Federal No. 160, lo cual permitirá que para la preparación del sitio, en algunos casos, no se realizarán actividades de despalle de vegetación silvestre, ni tampoco la utilización de explosivos para la excavación y perforación del suelo.

El sistema ambiental corre sobre los límites derecho e izquierdo de la trayectoria del gasoducto principal, los cuales están delimitados principalmente por terrenos dedicados a las actividades de agricultura y asentamientos humanos, principalmente. Dicho sistema se extiende sobre el derecho de vía de la carretera Federal 160, desde la City Gate Morelos hasta llegar a la ciudad de Cuautla Morelos, donde tomará el derecho de vía de la carretera Federal No. 115 en dirección Noroeste hasta llegar al municipio de Yautepec. Y posteriormente continuar sobre el derecho de vía de la carretera federal No. 160, en dirección Oeste, hasta llegar al Cañón de Lobos en el límite del municipio de Yautepec con el municipio de Jiutepec, dicha área se considera como importante para la conservación de aves, de acuerdo a los datos de la CONABIO. Posteriormente al cruce con el Cañón de Lobos, se localiza la ciudad de Jiutepec y después la ciudad de Cuernavaca, en donde se localizan la mayoría de los socios comerciales de Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos.

El sistema ambiental se caracteriza por tener un ambiente modificado totalmente en su elemento biótico natural, el cual carece de vegetación natural como podría ser la selva baja caducifolia en los municipios de Yautepec, Tlayacapan y Cuautla, ya que este factor se ha sustituido por la constante ampliación de la mancha urbana y las actividades agropecuarias de los habitantes de la región. Así mismo, la constante urbanización y remodelación de las vialidades existentes en los municipios donde se ubicará el proyecto, ha provocado que el sistema ambiental sufra los embates de la modificación biótica y abiótica del ecosistema, lo cual ha hecho que los números de dominancia y abundancia de las comunidades florísticas y faunísticas de la zona, desciendan considerablemente, dado que la calidad paisajista demuestra que los efectos de la erosión del suelo y las actividades antropogénicas de los habitantes de la región, son factores principales de generación de impactos al sistema ambiental del proyecto.

Tomando en cuenta lo anterior, el diagnóstico se indica como los aspectos relevantes del medio físico y natural, que conforman el escenario en el cual se quiere implementar el proyecto.

En relación al clima, es Cálido subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad. Esto es debido a que, el área de influencia del proyecto se ubicará en la provincia del Eje Neovolcánico y Sierra Madre del Sur, dentro de los municipios de Cuernavaca, Jiutepec, Yautepec, Tlayacapan, Cuautla, Yecapixtla y Ayala, los cuales presentan precipitaciones anuales entre los 800 y 1 200 mm y la Temperatura media anual oscila entre los 18 y 24°C.





La Calidad del aire, se reconoce en la zona una atmosfera limpia y con vientos del norte y noroeste que ayudan a dispersar cualquier emisión, además de que en el sistema ambiental son pocas las fuentes emisoras a la atmosfera, si consideramos que es un proyecto lineal en el cual, a lo largo de la trayectoria se ubican industrias de distintos giros que emiten contaminantes a la atmósfera, la tendencia normal sería de que existirían emisiones de diferente tipo de industrias, por lo que la supervisión y registro de estas son un indicador importante de seguimiento ambiental a la zona.

Actualmente, existen predios no cultivados o abandonados y caminos que están desnudos a la acción del viento que levanta partículas y las suspende situación que en época de secas es acelerada.

El sistema ambiental cuenta con cuerpos de agua naturales, como lo son el Río Cuautla, el Río Fondo Rocoso y el Río Yautepec, los cuales serán cruzados con perforación direccional, y carece de la presencia de canales artificiales de riego, a pesar de que a los costados de las carreteras federales por donde se ubicará el proyecto se visualizaron tierras agrícolas.

Cabe mencionar que el sistema ambiental se encuentra dentro de la Región Hidrológica del Balsas, conformada por las cuencas del Río Balsas y el Río Salado, en donde el sistema de topofomas está conformado pro sierras bajas, lomeríos, valles y llanuras, principalmente.

El derecho de vía del Gasoducto principal propiedad de la Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V., estará localizado en la provincia del Eje Neovolcánico y Sierra Madre del Sur, dentro de los municipio de Cuernavaca, Jiutepec, Yautepec, Tlayacapan, Cuautla, Yecapixtla y Ayala, siguiendo el derecho de vía de la carrera Federal No. 160 y 115 en cuya área los tipos de suelo predominantes son *Cambisol* y *Feozem* (**Ver Tabla IV.2.5.1**), los cuales por sus características físicas, son apropiados para el desarrollo de la agricultura y siembra de pastos, pero que también al carecer de cubierta vegetal son muy susceptibles a la erosión.

**Tabla IV.2.5.1** Tipos de suelo presentes en el área de influencia del Proyecto.

<b>Suelo Principal</b>	<b>Suelo Secundario</b>	<b>Suelo Terciario</b>
<i>Vertisol</i>	<i>Feozem</i>	
<i>Litosol</i>	<i>Rendzina</i>	
<i>Feozem</i>	<i>Vertisol</i>	<i>Feozem</i>
<i>Rendzina</i>	<i>Litosol</i>	<i>Vertisol</i>
<i>Regosol</i>	<i>Andosol</i>	<i>Litosol</i>
	<i>Regosol</i>	

**FUENTE:** (INEGI) *Mapa Digital de México V5.0.*

La composición del suelo existente en el área de influencia del proyecto es, principalmente de rocas sedimentarias e ígneas extrusivas que datan de los periodos Cuaternario, Cretácico, Paleógeno y Neógeno.

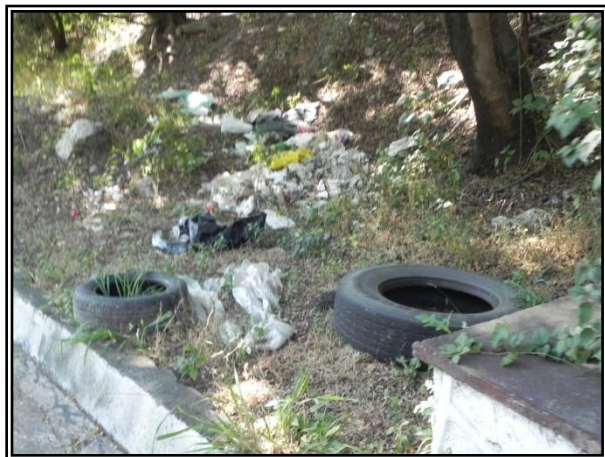
**Fuente:** *Prontuario de Información Geográfica Municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Municipios de San Rafael y Martínez de la Torre.*



Durante los recorridos en campo por el área donde se ubicará el Gasoducto principal, se verificó que el uso de suelo principal es de agricultura de temporal y de riego, ésto debido a que el suelo está compuesto en gran medida por materia orgánica restringiendo su uso a este tipo de actividades. Así mismo, durante los recorridos en campo, se constató que el suelo natural de los derechos de vía de las carreteras Federales No. 160 y 115 donde se ubicará el proyecto, están impactados por la presencia de Residuos Sólidos Urbanos (**Ver Fotos IV.2.5.1 a la IV.2.5.4**). Así mismo, cabe mencionar que el gasoducto principal se instalará siguiendo la trayectoria de los derechos de vía de las carreteras Federales No. 160 y 115, proyectándose una separación entre carretera y gasoducto de 1,5 m de distancia, debido a esto, el área específica donde se realizará la excavación para la instalación del gasoducto, presenta suelo que ya se encuentra impactado por la construcción y mantenimiento de dichas carreteras federales, así mismo por los habitantes de los municipios donde se instalará el gasoducto, así mismo, durante las actividades de construcción, con el fin de minimizar impactos en puntos importantes donde se requiera salvar especies de flora, la perforación del suelo será direccionalmente (método descrito en el punto II.2.4 del presente estudio).



**Fotos IV.2.5.1 y IV.2.5.2** Residuos Sólidos Urbanos dispersos e impactando suelo natural, en el área de influencia en el trayecto del gasoducto proyectado.



**Fotos IV.2.5.3 y IV.2.5.4** Área de influencia del trayecto del gasoducto proyectado, observándose Residuos Sólidos Urbanos dispersos e impactando suelo natural.





En relación a la calidad del agua y del suelo, no se tiene información precisa que defina si existe algún nivel contaminación, sin embargo, tomando en cuenta la actividad realizada es posible que existan cierta concentración de contaminación por agroquímicos o materia orgánica originada por las actividades pecuarias. En relación a las industrias, éstas están bajo la supervisión municipal y normas para el manejo de sus residuos, lo que regula en parte el manejo y disposición de sus residuos.

### Hidrología

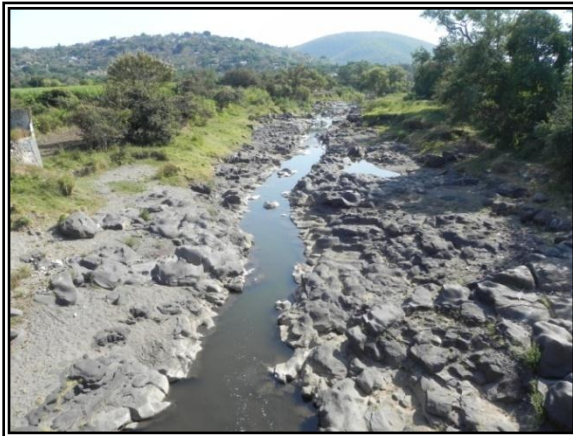
Los municipios en donde tendrá influencia el proyecto, se localizan en la Región Hidrológico - Administrativa Balsas, las cuales fueron delimitadas por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

El derecho de vía del gasoducto principal estará ubicado dentro de la Región hidrológica No. 18, conformada por las cuencas hidrológicas de los ríos Salado y Balsas, así como del Lago de Zirahuen (**Ver Figura IV.2.5.1**).



**Figura IV.2.5.1** Regiones Hidrológicas Prioritarias.

Durante los recorridos en campo por el derecho de vía del gasoducto principal, se constató que existen dos ríos importantes que serán cruzados en la instalación del mismo, los cuales son el Río Yautepec en tres ocasiones (primer cruce del río en la ciudad de Yautepec, segundo cruce en la ciudad de Oaxtepec y tercer cruce en la ciudad de Cocoyoc), de los cuales, al momento de los recorridos en campo, solo los dos primeros cruce del río presentaban escurrimiento fluvial, ya que en el tercer cruce del Río Yautepec en la ciudad de Cocoyoc, dicho río carecía de agua (**Ver Fotos IV.2.5.5, IV.2.5.6 y IV.2.5.7**); cabe mencionar que los últimos dos cruces el Río Yautepec, presentaban impactos negativos por las actividades de obra civil realizadas en esa zona, debido a la ampliación del puente vehicular (**Ver Fotos IV.2.5.8 y IV.2.5.9**).



**Foto IV.2.5.5** Cruce del gasoducto con el Río Yautepec, carretera Federal No. 160.



**Fotos IV.2.5.6** Cruce del gasoducto con el Río Yautepec, carretera, Federal No. 115.



**Foto IV.2.5.7** Cruce del gasoducto con el Río Yautepec, carretera Federal No. 115.



**Fotos IV.2.5.8 y IV.2.5.9** Trabajos de obra civil por la ampliación de puentes vehiculares, en los cruces de Río Yautepec en la ciudad de Oaxtepec y Cocoyoc, intersección con la carretera Federal No. 115, correspondiente al área de influencia del trayecto del gasoducto proyectado.





Así mismo, se constató que el derecho de Vía de la carretera Federal No. 115, que es donde se instalará el gasoducto, cruza con el Río Cuautla a la altura de la ciudad denominada con este mismo nombre, el cual al momento de los recorridos no presentaba escorrentía, solo estancamiento de agua en algunos puntos (**Ver Foto IV.2.5.10**). Así mismo, dentro del derecho de vía del gasoducto, se localiza el cruce del Río Fondo Rocosó, el cual se ubica a las afueras de la ciudad de Cuautla, mismo que al momento del recorrido en campo, se constató escurrimiento de agua, el cual presentaba impactos por la presencia de residuos sólidos urbanos (**Ver Foto IV.2.5.11**)



**Foto IV.2.5.10** Cruce del Río Cuautla, carretera Federal No. 115.



**Fotos IV.2.5.11** Cruce del Río Fondo Rocosó, carretera Federal No. 115.

En cuanto a la hidrología subterránea del área donde se ubicará el proyecto, cabe mencionar que en el área de influencia del proyecto, se localizan los acuíferos del Valle de Cuernavaca y el de Cuautla – Yautepec, los cuales se verán afectados por las actividades de excavación para la instalación del gasoducto, ya que éste se ubicará a una profundidad máxima de 1,5 m bajo la superficie de la tierra.

En base a la descripción de los componentes bióticos y abióticos indicados en el capítulo precedente, así como en las observaciones y datos obtenidos durante los recorridos en campo por el área donde se ubicará el proyecto, se considera que ésta área cuenta en su mayoría una integridad ecológica funcional baja, debido a las modificaciones naturales y a los agentes provocados por las actividades humanas.

Cabe mencionar que prácticamente toda el área de influencia del proyecto presenta vegetación nativa escasa, ya que se trata de áreas ya impactadas como derechos de vía de vialidades y carreteras, zonas agrícolas e industriales, presentes en la región. Además, no existe ningún componente relevante y/o crítico con alto potencial de afectación por la realización del proyecto, ya que en su mayor parte, los ecosistemas se encuentran modificados. Sin embargo, se deberá de trabajar con estricto apego a la legislación y normatividad ambiental vigente, para evitar generar impactos ambientales que modifiquen ampliamente el paisaje natural de la zona en estudio; es por eso que mediante la presente Manifestación de Impacto Ambiental, se planea trabajar sustentablemente en las diferentes etapas del proyecto, tales como: preparación del sitio, construcción y operación, aplicando medidas de restauración y mitigación para la compensación de impactos ambientales que puedan ser ocasionados por las actividades en la instalación del Gasoducto principal.



#### **IV. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES**

Los sistemas de traslado de gas vía gasoductos son los más seguros y eficientes para transportar este combustible, por lo que a nivel mundial se ha difundido su uso desde hace ya varios años. Los derechos de vía (DDV) para albergar este sistema de tuberías es la franja de terreno para la construcción e instalación de los ductos, que para este proyecto es de 5 m de ancho durante la obra civil, y para la etapa de operación se ajustará de acuerdo a los diámetro de cada gasoducto que conforma el sistema de transporte, conforme a la NOM-007-SECRE-2010.

En las etapas de preparación del sitio y construcción, la experiencia y el avance tecnológico que se ha desarrollado para la colocación de los ductos ha llevado a este proceso a ser una actividad segura tanto para el personal humano que labora en el proyecto como para las comunidades y el entorno natural que lo rodea, siempre y cuando se tomen las precauciones necesarias principalmente en la operación de maquinaria y el manejo de los residuos.

El sistema de tuberías está diseñado para una operación constante las 24 horas del día los 365 días del año, por lo que está expuesto a fenómenos naturales y terceras personas quienes afectan los DDV y en muchos casos los ductos, ocasionando accidentes que afectan a las comunidades cercanas, así como a las comunidades vegetales y el sistema ambiental al que está asociado el DDV. Estos accidentes no son contemplados dentro de las actividades normales de operación del gasoducto pero se presentan en las posibles afectaciones por accidentes relacionados a la fuga de combustibles.

Por la magnitud del proyecto y por las características de operación diseñadas, se considera que existe la posibilidad de afectaciones a la estructura y funciones del sistema ambiental regional una vez que el proyecto se encuentre en operación, sin embargo, éste no representa una barrera ni alteración para los procesos naturales, ya que no se modificará la topografía, ni la hidrología natural tanto superficial como subterránea.

En este capítulo se presenta la identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales que se generarán por las acciones a realizar en la ejecución del proyecto, considerando las siguientes tres etapas:

- Preparación del Sitio,
- Construcción,
- Operación y Mantenimiento.

La etapa de abandono del sitio no ha sido incluida para fines de la identificación y evaluación de impactos, toda vez que se considera que la vida útil del proyecto pudiera incrementarse con base en la aplicación de acciones de mantenimiento, y la necesidad continua de mantener la seguridad de las empresas por el uso de gas contra los riesgos ambientales.

##### **V.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales**

La metodología empleada para la identificación y evaluación de los impactos ambientales que puede ocasionar la implementación del proyecto, se desarrolló de acuerdo con el siguiente esquema metodológico.

La identificación de los impactos ambientales del proyecto considera el desarrollo de las siguientes acciones:



- a) Identificación de las obras y/o actividades del proyecto en sus distintas etapas (preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento), de acuerdo a la información presentada en el Capítulo II de esta MIA-P,
- b) Corroborar que el proyecto está acorde al uso del suelo y Ordenamientos Jurídicos en materia ambiental,
- c) Identificación de los factores ambientales (abióticos, bióticos y socioeconómicos) que forman parte del sistema ambiental regional analizado en el Capítulo IV de esta MIA-P, y que pudieran tener alguna interacción con el proyecto,
- d) Identificación de las interacciones (adversas y benéficas) de las obras y actividades del proyecto con los factores ambientales del sistema ambiental regional que pudieran ser afectados por el desarrollo del proyecto. Mediante la elaboración de la matriz de identificación tipo Leopold (Leopold, 1971) modificada para determinar impactos ambientales directos,
- e) Elaboración de diagramas de interacción para realizar el análisis sinérgico entre las obras y actividades del proyecto en sus distintas etapas con el entorno abiótico, biótico y socioeconómico del sistema ambiental analizado, con la finalidad de identificar los impactos significativos,
- f) Análisis integral de bases temáticas en el área de estudio, con la finalidad de detectar puntos y/o zonas críticas del sistema en los factores ambientales que pudieran verse afectados por el desarrollo del proyecto en sus distintas etapas.

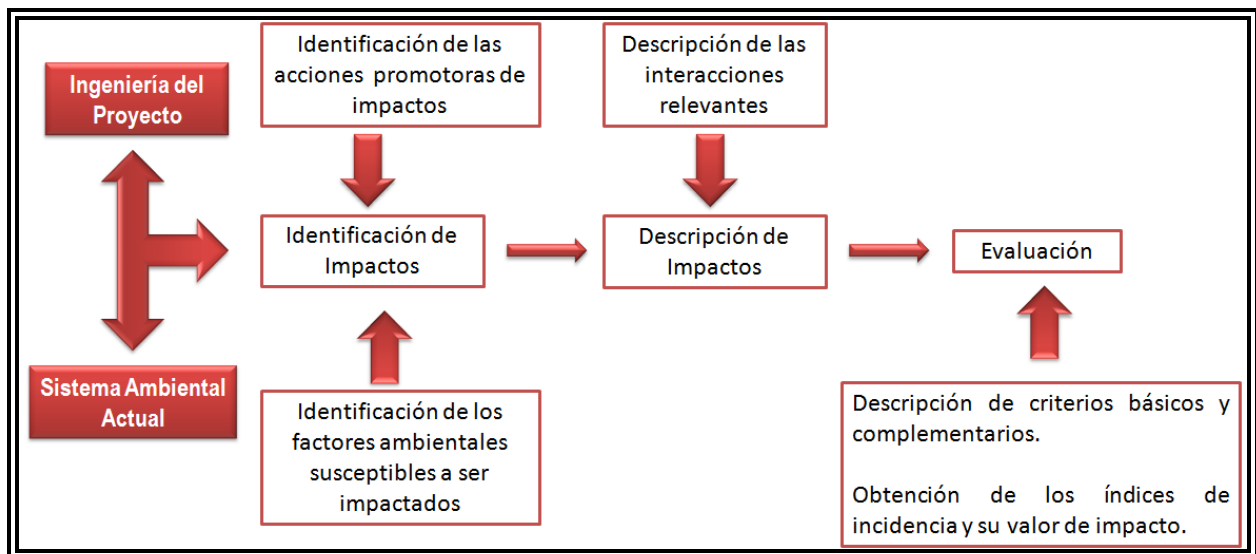
La evaluación de los impactos ambientales ocasionados por el desarrollo del proyecto se realizó de la siguiente manera:

- a) Selección de indicadores de impacto ambiental para definir los índices cualitativos y/o cuantitativos con base en valores normados y límites máximos permisibles que permitan definir la dimensión de las alteraciones o modificaciones que provocará el desarrollo del proyecto sobre los factores del sistema ambiental,
- b) Elaboración de la matriz de evaluación de impactos incluyendo la actividad que genera el impacto,
- c) Descripción general de los impactos identificados a partir de la matriz tipo Leopold,
- d) Asignación de códigos cuantificables (incluye impactos benéficos, adversos, directos, indirectos, simples, acumulativos, sinérgicos y residuales) a cada impacto, para determinar su índice de incidencia a través de la aplicación de una suma ponderada,
- e) Determinación de la calidad del factor o componente (con proyecto y sin proyecto) a partir de los indicadores de impacto seleccionados,
- f) Determinación de la magnitud de cada impacto estandarizada desde -3 hasta 3 a partir del índice de incidencia y calidad del factor o componente determinados,
- g) Cálculo del valor de cada impacto a partir de la magnitud y la incidencia antes determinadas, para su jerarquización,



- h) Jerarquización de los impactos ambientales detectados, a partir de los criterios de evaluación y valoración de los impactos y su interacción con los factores del sistema ambiental regional analizado,
- i) Identificación y descripción de los impactos ambientales relevantes ocasionados por la ejecución del proyecto.

La evaluación de los impactos se realiza a través de una metodología cuantitativa la cual permite conocer la eficiencia de las medidas mediante la reducción del grado de alteración. Dicha evaluación se desarrollará mediante la metodología de Gómez Orea (1999), así como la descripción de los impactos más representativos o significativos. A continuación en **Figura V.1.1**, se esquematizan los pasos para la evaluación de los impactos:



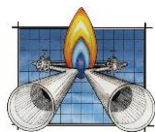
**Figura V.1.1** Metodología para la identificación de impactos.

### V.1.1 Indicadores de impacto

Para la identificación de los impactos ambientales que puedan presentarse en el área donde se ubicará el proyecto, como son: agua, suelo, atmósfera, paisaje, flora, fauna y factores socioeconómicos, se consideraron principalmente los recursos que se verían afectados a partir de las actividades a realizarse en las etapas de trabajo, tales como: preparación del sitio, construcción y operación. Una vez identificados los impactos se realizó la valoración cualitativa y cuantitativa de los mismos, clasificándose la valoración cualitativa en impactos negativos (identificados con signo “-”) o positivos (identificados con signo “+”), mientras que para la valoración cuantitativa, es decir, el grado de impacto, se consideró un rango numérico del 1 al 3, que representa: no significativo, poco significativo y significativo, respectivamente (**Ver Tabla V.1.1.1**).

Para la identificación de los indicadores de impacto, se realizó un listado tanto de las obras y actividades del proyecto como de los factores ambientales que pudieran ser impactados. Para la identificación de las actividades que pudieran tener un impacto directo o indirecto sobre el ambiente, se consideraron los siguientes aspectos:





- Acciones que actúan sobre el medio abiótico,
- Acciones que actúan sobre el medio biótico,
- Acciones que implican emisión de contaminantes,
- Acciones que implican un deterioro del paisaje,
- Acciones que repercuten sobre la infraestructura,
- Acciones que modifican el entorno social, económico y cultural.

En la **Tabla V.1.1.1** se presentan los componentes ambientales que se pudieran ver afectados por el proyecto durante la etapa de preparación del sitio, construcción y operación, incluyendo aquellas variables que podrían presentar muy poca relación en materia de generación de impactos ambientales. Es importante mencionar, que durante el análisis de los componentes ambientales se eliminaron algunos factores (topografía, cuerpos de agua y poblaciones afectadas, principalmente) debido a su nula relación en materia de generación de impactos ambientales con el área del proyecto y su área de influencia.

**Tabla V.1.1.1** Tabla de componentes ambientales.

<b>Componente Ambiental</b>	<b>Indicador</b>	<b>Situación Actual y Diagnóstico</b>	<b>Incidencia con el proyecto</b>
<b>Medio Físico</b>			
Calidad del Aire, Polvos y Partículas, Ruido, Gases de Combustión.	Actividades y fuentes generadoras de emisiones a la atmosfera.  Cambios en su calidad.	Las actividades propias del proyecto implican la generación de polvos, ruido, partículas, gases producto de la combustión de vehículos y maquinaria empleada para el proyecto, así como por las condiciones propias en que se encuentran cada uno de los sitios por donde se proyecta el trazo del gasoducto.	Las etapas del proyecto, la preparación del sitio por donde se planea construir la trayectoria del gasoducto, la excavación, trabajos auxiliares y maniobras con equipos y maquinaria diversa, implicarán la generación de polvo y partículas suspendidas y gases de combustión. Lo anterior generará impactos temporales en cada uno de los tramos en construcción.
Agua superficial, Agua subterránea, Cambios de calidad, Características de drenaje.	Disminución en la calidad del agua, por la presencia de contaminación.	El proyecto se aloja en el estado de Morelos y los municipios donde se ubicará se localizan en su totalidad dentro de la cuenca del Río Grande de Amacuzac.  En la región hidrológica del Río Balsas y las subcuencas de los ríos Yautepec, Apatlaco, Cuautla y Río Abajo Amacuzac.  En Morelos existen cuatro acuíferos alojados en los Valles de Cuernavaca, Cuautla-Yautepec, Axochiapan-Tepalcinco y Zacatepec.	El proyecto del gasoducto no implica impactos en la hidrología superficial y subterránea.



Continuación... Tabla V.1.1.1 Tabla de componentes ambientales.

Componente Ambiental	Indicador	Situación Actual y Diagnóstico	Incidencia con el proyecto
Suelo, Erosión, Relieve, Usos.	Presencia de erosión y contaminación.	El proyecto del gasoducto, en su trayectoria pasará por algunas zonas donde la geomorfología y el relieve de las mismas es muy accidentado, ya que en el municipio de Yautepec se localiza el Cañón de Lobos, y en los municipios de Yecapixtla y en Cuautla la Barranca Santa María. En el aspecto edafológico el proyecto tocará suelos del tipo vertical, phaeozem, Andosol, luvisol y Regosol, principalmente.	El proyecto implicará despalme, desmonte, excavación y generación de residuos sólidos.
<b>Medio Biótico</b>			
Flora, Vegetación Natural, Especies en extinción, Biodiversidad	Proporción de vegetación natural.  Superficie total del sistema ambiental.	<p>El sistema ambiental del proyecto en cuestión se conforma a lo largo de 80,58 Km, que es la longitud total del gasoducto y cubriendo una superficie de 4 909 Has (49,09 Km<sup>2</sup>), comprendiendo los municipios de: Ayala, Yecapixtla, Cuautla, Tlayacapan, Yautepec, Jiutepec y Cuernavaca.</p> <p>El municipio de Cuernavaca destaca por la riqueza histórica representada por todos los grupos vegetales y distintos niveles de jerarquías taxonómicas. Para el municipio de Jiutepec, la vegetación secundaria tipo bosque, pastizal natural y matorral xerófilo.</p> <p>En el municipio de Yautepec predomina la selva baja caducifolia, especies nativas, introducidas o exóticas y comestibles.</p> <p>En el municipio de Tlayacapan, el bosque de pinos sp, bosque de abies sp, bosque de Quercus sp, bosque de Alnus sp, bosque mesófilo de montaña, matorral, pastizal, pradera y selva baja caducifolia.</p> <p>En el municipio de Cuautla, la comunidad florística está constituida por selva baja caducifolia, jacaranda, tabachin, ceibay bugambilia. El suelo en el municipio ha sufrido fuertes procesos de modificación y degradación por el cambio de uso de suelo, de forestal a agrícola o para asentamientos humanos.</p> <p>En el municipio de Yecapixtla, se identifican seis tipos de vegetación: Bosques de coníferas, bosque de quercus, bosque tropical caducifolio, vegetación acuática, bosque perennifolio y deciduo ripario y pastizal.</p> <p>En el municipio de Ayala, la flora esta constituida principalmente por selva baja caducifolia de clima calido, jacaranda, tabachin, cazahuate, ceiba y bugambilia.</p>	<p>En las actividades de despalme, desmonte, excavación y limpieza, se permitirá la revegetación natural en las áreas afectadas.</p> <p>No se verán afectadas especies indicadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p>



**Continuación... Tabla V.1.1.1** Tabla de componentes ambientales.

Componente Ambiental	Indicador	Situación Actual y Diagnóstico	Incidencia con el proyecto
Fauna, Reptiles, Aves, Especies en extinción.	Superficie con vegetación natural que proporciona un hábitat para la fauna silvestre.	En el derecho de vía donde se pretende instalar el gasoducto, se observó sólo microfauna compuesta por aves, insectos, y roedores, no se observó fauna con algún carácter de conservación de acuerdo a la NOM-059-2010.	No se verá afectada por la construcción del proyecto, de encontrarse algún individuo se rescatará y se reubicará de acuerdo al programa de rescate de fauna considerado en el proyecto.
Paisaje	Deterioro y disminución en la calidad del paisaje.	El paisaje existente en el derecho de vía que aprovechará el gasoducto en proyecto, ha sido modificado por las actividades propias de las comunidades al transitar por la carretera Federal No. 160. Así mismo, por instalaciones de fibra óptica y por residuos sólidos y peligrosos arrojados en el acotamiento de la carretera Federal No. 160 deteriorando el paisaje existente.	El proyecto del gasoducto en cuestión no afectará el paisaje.
<b>Medio Socioeconómico</b>			
Demografía	Tasa de crecimiento.	La tasa promedio anual en los municipios donde se pretende ubicar el proyecto es de 2,20%.	No se verá afectada por el proyecto.
	Población.	La población existente en los municipios involucrados en el proyecto es de 977 373 habitantes.	No se verá influenciada por el proyecto.
Índice de Marginación	Bajo, muy bajo y medio.	Cuernavaca, muy bajo, Jiutepec, muy bajo, Yautepec, bajo, Tlayacapan, medio, Cautla, muy bajo, Yecapixtla, medio, Ayala, medio.	No se verá afectado con la instalación del proyecto.
Índice de Pobreza	Alimentaria, capacidades y de patrimonio.	Pobreza multidimensional en el estado de Morelos 48,6%.	No se verá influenciada con la instalación del proyecto.
Factores Socioculturales	Sitios con valor cultural o histórico.	En el sistema ambiental del proyecto existen sitios con monumentos históricos ubicados en los municipios que tocará el proyecto. En el área de afectación del proyecto no existen sitios históricos o de valor cultural.	No se verá afectado por la construcción del proyecto.

### V.1.2 Lista indicativa de indicadores de impactos

Los impactos negativos o adversos (-) son aquellos cuyo efecto se traduce en una pérdida de valor naturalístico, estético, cultural, paisajístico o de productividad ecológica, o en un aumento en los prejuicios derivados de la contaminación, erosión y/o demás riesgos ambientales. Por el contrario, los



impactos positivos o benéficos (+) son los que suponen una ganancia, o bien, una disminución de los efectos negativos de problemas ambientales existentes, o cuando representan algún tipo de beneficio para la población. A continuación se muestran los indicadores de impacto mediante la valoración cualitativa y cuantitativa de los elementos determinados considerados para la evaluación del Impacto Ambiental, de las actividades que se pretenden realizar para la puesta en marcha del proyecto consistente en la instalación del Gasoducto principal.

**Tabla V.1.2.1** Indicadores de impacto ambiental

Impacto Positivo		Impacto Negativo	
Significativo	+3	Significativo	-3
Poco significativo	+2	Poco significativo	-2
No significativo	+1	No significativo	-1

### **V.1.3 Criterios y metodologías de evaluación**

#### **V.1.3.1 Criterios**

Para la selección de los criterios considerados y la determinación de los impactos ambientales generados, así como para el llenado de la Matriz de Leopold, cualitativamente se tomó en cuenta el grado de afectación del impacto sobre un determinado factor, denotando un signo dependiendo si es positivo (+), negativo (-) o neutro (0), lo cual fue determinado mediante la evaluación subjetiva de actividades y elementos existentes en el derecho de vía del Gasoducto. Así mismo, se consideró la superficie de afectación por un determinado impacto, lo cual es determinante para la valoración de impactos al ambiente. Aunado a lo anterior, un criterio importante para la determinación de los impactos fue el grado de reversibilidad, dentro del cual se consideró la viabilidad del ecosistema para poder regresar a su estado inicial después de haberse producido el impacto, así como la cantidad de actividades correctivas que se puedan emprender por la empresa para la restauración y mitigación de los impactos ocasionados por las actividades realizadas para la instalación del Gasoducto.

Todo lo anterior, como resultado de las inspecciones realizadas en el área de influencia del proyecto, la consulta de fuentes bibliográficas de información y los registros históricos disponibles para el estudio de la zona, así como del análisis objetivo de cada uno de los factores ambientales existentes en el derecho de vía del Gasoducto.

#### **V.1.3.2 Metodologías de evaluación y justificación de la metodología seleccionada**

Para la identificación y evaluación de los impactos que ocasionarán las actividades de perforación e instalación del Gasoducto principal, se seleccionó y utilizó una técnica mixta a partir de la matriz de Leopold (de tipo causa-efecto), misma que consiste en un cuadro de doble entrada; en las filas se indican los aspectos ambientales susceptibles de impactos y en las columnas las acciones causantes de impactos, en combinación con el método Adkins-Burke que evalúa los impactos en función de una escala numérica que varía de -3 (impacto negativo significativo) a +3 (impacto positivo significativo), siendo la sumatoria algebraica de estos valores lo que permite determinar las actividades con mayores impactos.

**Ver Anexo 5.** Matriz de Impactos Ambientales.





Para facilitar la interpretación de la Matriz de Leopold, a continuación se presentan los resultados de los impactos ambientales; además de que éstos se tabulan de manera independiente, con el fin de ser lo más objetivo y explícito posible en cuanto a la determinación de los impactos ambientales (Ver Tabla V.1.3.2.1 y V.1.3.2.2).

Tabla V.1.3.2.1 Identificación de impactos ambientales por etapa del proyecto.

Etapa del Proyecto	Impactos Positivos			Impactos Negativos		
	+3	+2	+1	-1	-2	-3
Preparación del sitio	36 (+3)= 108	11 (+2)= 22	15 (+1)= 15	28 (-1)= -28	8 (-2)= -16	0
Construcción	21 (+3)= 63	7 (+2)= 14	26 (+1)= 26	44 (-1)= -44	0	0
Operación y mantenimiento	9 (+3)= 27	14 (+2)= 28	39 (+1)= 39	48 (-1)= -48	7 (-2)= -14	0
Resultado	198	64	80	-120	-30	0

Tabla V.1.3.2.2 Identificación de impactos ambientales por aspecto ambiental.

Etapa del Proyecto	Impactos Positivos			Impactos Negativos		
	+3	+2	+1	-1	-2	-3
Agua	0	0	0	2 (-1)= -2	0	0
Suelo	0	0	0	23 (-1)= -23	7 (-2)= -14	0
Atmósfera	0	0	0	55 (-1)= -55	8 (-2)= -16	0
Paisaje	0	0	0	20 (-1)= -20	0	0
Flora	0	0	0	8 (-1)= -8	0	0
Fauna	0	0	0	12 (-1)= -12	0	0
Socio-económico	66 (+3)= 198	32 (+2)= 64	80(+1)= 80	0	0	0
Resultado	198	64	80	-120	-30	0

Tabla V.1.3.2.3 Resultados.

Impacto Positivo			Impacto Negativo		
+3	+2	+1	-1	-2	-3
198	64	80	-120	-30	0
<b>RESULTADO POSITIVO=</b>			<b>RESULTADO NEGATIVO=</b>		
<b>342</b>			<b>150</b>		



## **V. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES**

### **VI.1 Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental**

En este capítulo se muestra la información relacionada con las medidas de prevención, mitigación y control que la empresa promovente aplicará en la construcción y operación del gasoducto, describiendo las medidas y acciones a seguir para mitigar los impactos ambientales potenciales y reales que el desarrollo del proyecto, en sus diferentes etapas puede provocar en el entorno del área donde se pretende llevar a cabo.

Las acciones implicadas en la mitigación y corrección de los impactos ambientales conllevan un conjunto de medidas de manejo, éstas son aquellas que pueden aplicarse durante las diversas etapas que comprende un proyecto y que tienen por objeto impedir, atenuar o compensar los efectos negativos ocasionados al medio o a las condiciones ambientales. A continuación, se describen por componente ambiental las medidas preventivas y de mitigación a ejecutar para minimizar impactos ambientales durante las etapas del proyecto.

#### **❖ Aire**

Los posibles impactos al ambiente en la fase de construcción del proyecto, estarán dados principalmente durante la excavación de la zanja que alojará el gasoducto (trinchera) y la realización de las pruebas de hermeticidad al sistema de transporte de gas natural.

Durante la fase de construcción, específicamente durante las actividades de excavación del área, se tomarán las siguientes medidas de prevención y mitigación:

- Minimizar las emisiones a la atmósfera generadas por la maquinaria a utilizar para la apertura de la zanja, respetando los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible, de acuerdo a lo establecido en la NOM-041-SEMARNAT-2006,
- Minimizar la cantidad y duración de la exposición de suelo fuera de la trinchera a fin de evitar la dispersión de polvos,
- En caso de que el suelo extraído de la trinchera deba estar expuesta por períodos mayores a 36 horas, tapar el suelo expuesto a fin de evitar emisiones fugitivas por dispersión de polvos,
- Minimizar la extensión de la superficie a afectar en estas actividades, cuidando que la máquina para la apertura de la zanja sólo opere sobre el asfalto o dentro de los derechos de vía por donde se instalará el gasoducto, con el fin de no dañar la vegetación de pastizal presente en el entorno donde se realizará la obra civil del ducto en cuestión.
- Minimizar las emisiones provenientes de motores de combustión interna a gasolina y/o diesel, que se utilizará para el funcionamiento de compresores, asegurando el buen funcionamiento del mismo mediante registros de mantenimiento de dicho motor,
- Contar y cumplir con un programa de mantenimiento preventivo a fin de evitar y subsanar de manera inmediata las posibles fugas de gas que se generen en el sistema de transporte,



- Cumplir con las indicaciones dadas por las autoridades competentes para atender una emergencia en caso de contingencia ambiental.

### **Medidas Preventivas**

1. Emisión de gases de combustión generados por el movimiento de maquinaria y vehículos para el transporte de personal, así como de equipo estacionario de combustión interna, en la etapa de preparación del sitio y construcción.

Medida de Mitigación. Circulación de los vehículos automotores a baja velocidad (20 Km/h) dentro del área donde se desarrollará la obra civil y en los caminos de acceso. Así como programas de mantenimiento específicos para que los vehículos automotrices y maquinaria utilizados, se encuentren en buenas condiciones de operación en todo momento, para lo cual se llevarán registros de los mantenimientos a vehículos y maquinaria. Lo anterior con el objeto de cumplir con los límites máximos permisibles indicados en la normatividad ambiental vigente.

Seguimiento. Se llevarán registros de las actividades de mantenimiento realizadas.

2. Generación de polvos y partículas sólidas en las etapas de preparación del sitio y construcción, debido al movimiento de vehículos y maquinaria, así como a tierra acumulada, sobre el suelo, proveniente de las perforaciones realizadas.

Medida de Mitigación. El área de trabajo durante la preparación y construcción, será regada constantemente con agua tratada para evitar que la circulación de vehículos genere el levantamiento de partículas sólidas, así mismo, la acumulación de tierra que sea generada por la apertura de la zanja, será cubierta para evitar su dispersión y en espera para su uso para cubrir parte del gasoducto y zanja donde se aloja.

Seguimiento. Se llevarán registros de las actividades realizadas durante la jornada de trabajo.

### **❖ Agua**

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, se realizan las actividades identificadas como posibles generadoras de afectación a los cuerpos de agua superficiales existentes en los alrededores donde se ubicará el proyecto, por lo que se deberán de tomar en cuenta las siguientes medidas de prevención:

- Tomar las precauciones para evitar o minimizar fugas de combustibles, lubricantes o materiales peligrosos, especialmente en áreas cercanas a drenajes o dentro de áreas de treinta metros de cualquier cuerpo de agua,
- No realizar cargas de combustibles, lubricantes o manejo de sustancias peligrosas a menos de treinta metros de cualquier cuerpo de agua o drenaje,
- La empresa deberá garantizar que, tanto en el predio donde se ubicará la City Gate como en los derechos de vías de las carreteras Federales No. 115 y 160 donde se instalará el gasoducto, se utilizarán materiales y se aplicarán procedimientos constructivos que no impidan la infiltración de agua de lluvia al subsuelo.



### ❖ Suelo y Subsuelo

Durante las actividades de excavación del área, se deberán tomar las siguientes medidas de prevención y mitigación:

- Minimizar la cantidad y tiempo de exposición de suelo fuera de la trinchera (zanja),
- Minimizar la extensión de la superficie a afectar en estas actividades,
- Segregar el suelo superficial, para restituir a su nivel original,
- Establecer y mantener medidas de control de la erosión del suelo durante la construcción,
- Inspeccionar los derechos de vía y mantener el control de la erosión hasta que el terreno alcance su estabilización,
- Establecer medidas de control a fin de no afectar patrones de escurrimiento que modifiquen comportamientos de erosión del área,
- Estas medidas serán vigiladas estrictamente en los puntos de mayor movimiento de tierra, para el nivelado del piso,
- Las actividades y procedimientos para la aplicación de soldadura en la tubería deberán realizarse evitando dejar residuos de rebaba producto del desgaste de las caras de los tubos de acero y polietileno durante su instalación, unión y alineación,
- Los residuos generados durante la etapa de construcción, así como los generados durante la etapa de operación y mantenimiento, se manejarán con apego a procedimientos, mismos que deberán ser almacenados temporalmente y entregados a prestadores de servicios debidamente autorizados para el transporte y disposición de los residuos sólidos urbanos,
- Identificar con apego a la normatividad ambiental vigente (NOM-018-SEMARNAT-1999), los combustibles, lubricantes y materiales peligrosos que se almacenen y utilicen en el área de construcción, lo cual quedará registrado como evidencia,
- En base a procedimientos aplicar medidas preventivas para evitar o minimizar fugas de combustibles, lubricantes o materiales peligrosos, para lo cual, en su caso se utilizarán charolas de contención para evitar impactos al suelo o piso del área.

### Medidas Preventivas

1. Con la aplicación y supervisión de procedimientos, que incluyan medidas correctivas se evitará la contaminación del suelo por la presencia de Residuos Peligrosos (RPE) tales como, combustibles y lubricantes, principalmente, generados por fugas de éstos en las maquinarias y equipos automotores de combustión interna; así mismo, contaminación con Residuos Sólidos Urbanos (RSO), generados por las actividades diarias del personal.

Medida de Mitigación. Se designará un área específica para las actividades de mantenimiento tanto preventivo como correctivo de los vehículos automotores y maquinaria pesada, la cual se localizará fuera de la zona donde se realizará la instalación del gasoducto, y se elaborará y se pondrá en práctica un programa de mantenimiento, para





evitar derrames de sustancias químicas en las áreas de trabajo, producto de fallas mecánicas en los motores de combustión interna. Así mismo, en las áreas donde se realizará la obra civil, se instalarán contenedores con capacidad para 200 L, debidamente identificados y delimitados, para el almacenamiento temporal de Residuos Sólidos Urbanos (RSO).

Seguimiento. Se llevarán registros de las actividades de mantenimiento, mismo que se realizará por un proveedor externo, con autorización para manejo y almacenamiento de Residuos Peligrosos. Con el objeto de constatar que dichos residuos no impacten negativamente al suelo y al ambiente. Así mismo, se registrarán los volúmenes de Residuos Sólidos Urbanos generados, los cuales se manejarán y dispondrán con un proveedor externo que cuente con la autorización para el transporte y disposición de los mismos, expedida por la autoridad ambiental correspondiente.

2. Afectación a las características físico-químicas del suelo, por Residuos Peligrosos y Sólidos Urbanos, generados en las actividades de mantenimiento que se realizarán en las etapas del proyecto; así mismo, impactos al suelo por la excavación de la zanja durante la etapa de preparación del sitio, principalmente.

Medida de Mitigación. El proveedor externo para mantenimiento motriz designará un área específica en el taller, para la aplicación del mantenimiento tanto preventivo como correctivo de los vehículos automotores y maquinaria pesada, misma que cuente con las características de diseño y construcción para la prevención de la contaminación del suelo con hidrocarburos. Los residuos recolectados serán enviados al Almacén Temporal para Residuos Peligrosos (ATRPE), el cual, también contará con las características de diseño y construcción necesarias para almacenar temporalmente a los residuos peligrosos generados (RPE), previniendo la contaminación del suelo.

En cuanto a los Residuos Sólidos Urbanos (RSU), se instalarán contenedores para el almacenamiento temporal de los mismos, los cuales estarán debidamente identificados y delimitados en áreas en que el personal pueda hacer uso eficiente de éstos, y se evite la contaminación del suelo por residuos sólidos.

La disposición final de los residuos tanto peligrosos como sólidos urbanos, se realizará mediante la contratación de prestadores de servicios, debidamente autorizados para la recolección, transporte y disposición final de los mismos.

Seguimiento. Se llevarán registros de la cantidad de residuos generados, indicando el tipo de residuo, características de peligrosidad, volumen y sitio de disposición final, esto con el objeto de llevar un manejo integral en los residuos generados.

El Promoviente del proyecto supervisará detenidamente que las actividades de excavación, instalación y puesta en marcha del gasoducto, se apeguen a las medidas de mitigación establecidas en el presente documento.

#### ❖ Flora

Durante las actividades de preparación del sitio y construcción del gasoducto, se tienen contemplada la preparación de la superficie donde se realizará la apertura de la zanja, en los casos donde estas actividades representen la remoción de la cobertura vegetal, se deberán aplicar las siguientes medidas de mitigación:



- ❖ En las áreas contiguas a la excavación, con pendientes mayores a 5%, se deberá considerar una restauración de vegetación, como medida de prevención de la erosión del suelo,
- ❖ Durante la etapa de construcción del gasoducto, así como, durante las labores de mantenimiento, se deberá cuidar que la vegetación nativa no sea dañada. En los casos donde esto se requiera, solo se podrá realizar la remoción de vegetación silvestre, en lo más mínimo posible, la cual, deberá ser restaurada al concluir con las etapas de preparación y construcción del proyecto,
- ❖ Durante la etapa de construcción se deberá asegurar que las especies de árboles existentes no sean impactadas negativamente.
- ❖ La empresa, en el predio del City Gate, deberá conservar un mínimo de 12% de la superficie total, como área verde.

### **Medidas Preventivas**

1. Daño a la vegetación natural del área donde se ubicará el proyecto, a causa del tránsito de vehículos y de maquinaria pesada así como del personal que laborará en la obra civil.

Medidas de Restauración. Al iniciar la operación del Gasoducto principal, se realizarán medidas de restauración de flora, las cuales consistirán en reforestar el suelo del derecho de vía en los casos donde se haya afectado a la vegetación silvestre o nativa de la región.

Seguimiento. Se elaborará un programa que contemple el seguimiento de las actividades de restauración, hasta su conclusión.

### ❖ Paisaje

La modificación del paisaje se circunscribe exclusivamente al área de afectación del proyecto, sin modificar elementos fuera de éste, por lo que se deberán cuidar los siguientes criterios:

- Control del material extraído de la trinchera, disponiéndolo a un costado de ésta en forma ordenada, con lo cual se mitigará el impacto a la percepción del paisaje,
- La reducción del tiempo de la trinchera abierta, será otro factor de mitigación de la afectación.

### **Medidas Preventivas**

1. No existirá modificación del relieve debido a la excavación de la zanja sobre los derechos de vía de las carreteras Federales No. 115 y 160, para la instalación del Gasoducto principal, así como por la instalación de infraestructura provisional.

Medidas de Mitigación. La excavación para la instalación del Gasoducto, se realizará únicamente en los derechos de vía de las carreteras Federales No. 115 y 160, además se designarán sitios específicos para la instauración de la infraestructura provisional, tales como: campamentos temporales, baños y sitios para el almacenamiento temporal de residuos, principalmente.



### ❖ **Población**

La principal afectación a la población, durante la obra civil, es a través de las molestias que ocasionarán las actividades, movimiento de maquinaria, excavación en la vía pública y movimientos de tubería, principalmente, acciones que deberán ser minimizadas en tiempo y efectos para mitigar los posibles impactos a la población, por lo cual se indican las siguientes medidas preventivas.

- El personal que realiza las actividades de supervisión por parte del contratista y del Promovente, aplicarán procedimientos y acciones para evitar bloqueos a accesos de casas habitación y/o vialidades,
- Evitar afectaciones a otros servicios de las casas habitación, tales como agua, drenaje y energía eléctrica principalmente, y en caso de ocurrir sean reparadas de forma inmediata,
- Asegurar que los horarios de trabajo en área urbana no afecten el horario de descanso de las personas en áreas donde se localicen zonas habitacionales,
- Mantener informados a los vecinos de las personas representantes del contratista y del distribuidor para atender cualquier solicitud,
- Contar con medidas de seguridad adecuadas a fin de evitar fugas de gas que pudieran ocasionar incendio o explosión con afectaciones a la población y al ambiente presente en el derecho de vía del gasoducto,
- Obtener las autorizaciones correspondientes de las dependencias responsables para ubicar el gasoducto sobre los derechos de vía de vialidades.

Para asegurar el establecimiento de medidas preventivas y de mitigación, es necesaria la instauración de un inspector ambiental que tenga las siguientes atribuciones y funciones:

- Estar al pendiente de todas las fases de construcción hasta la puesta en operación del gasoducto,
- Contar con estatus que le permita realizar sus actividades en concordancia con la supervisión de la construcción,
- Que tenga la autoridad para detener las actividades que violen reglamentaciones ambientales o vayan en contra de lo establecido en el presente manifiesto de impacto ambiental sobre medidas de prevención y mitigación,
- Vigilar y asegurar el cumplimiento de las medidas propuestas de prevención y mitigación,
- Verificar que se respeten los límites autorizados para la construcción en los derechos de vía,
- El inspector ambiental verificará que las actividades de excavación, soldadura, carga de combustibles y purgado de agua de prueba hermética principalmente, no afecten drenajes ni cuerpos de agua en el trayecto del gasoducto,
- El inspector tomará medidas de control de erosión en los siguientes casos:
  - Diariamente en áreas activas de construcción,
  - Semanalmente en áreas no activas de construcción,



- Dentro de las 24 hrs., después de lluvia mayor a 10 mm de precipitación.
- El inspector ambiental supervisará las áreas de afectación del proyecto hasta su estabilización.

### **Medidas Preventivas**

1. Molestias a la población aledaña al derecho de vía del Gasoducto, por el movimiento de maquinaria, excavaciones en vía pública y movimientos de tubería, principalmente.

Medidas de Mitigación. Evitar trabajar de noche y tener el área de trabajo debidamente señalada y delimitada, además de contar con los permisos correspondientes para realizar actividades de construcción.





## **VI. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS**

### **VII.1 Pronóstico del escenario**

En el marco de un escenario real que se pretende realizar mediante las medidas de prevención, mitigación, y en su caso de corrección que están encaminadas a compensar los efectos de los impactos ambientales que serán generados por la construcción, instalación y operación del gasoducto principal, propiedad de la Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V., es necesario implementar medidas de mitigación para el caso de la reforestación de los derechos de vía de las carreteras Federales No. 115 y 160, en caso de ocasionar impactos negativos a la vegetación silvestre de dichas áreas.

Las medidas de mitigación propiciarán que el ecosistema de la zona en estudio no sufra un desequilibrio ecológico a gran escala, buscando la manera de compensar los impactos ecológicos. La reforestación de áreas es de vital importancia para la conservación del ecosistema natural, la calidad del paisaje y las características bióticas, aunque no en la misma proporción.

#### **Aire**

Con la implementación de medidas preventivas, de mitigación y en su caso correctivas, se minimizarán las emisiones de gases de combustión generadas por los vehículos y maquinaria que serán utilizados durante la etapa de construcción. Así mismo, se reducirán las emisiones de partículas sólidas (polvo) generadas por el tránsito de las unidades vehiculares y de maquinaria pesada.

Cabe señalar, que los impactos al ambiente ocasionados por las actividades de preparación del sitio y construcción del gasoducto principal tendrán una duración limitada, ya que éstos finalizarán cuando los trabajos de la obra civil sean concluidos. En el momento que sean concluidas las actividades antes mencionadas, se realizarán las medidas correctivas específicas para la restauración del área afectada.

En caso de presentarse una deficiencia en la aplicación de los programas de mantenimiento establecidos durante la etapa de operación y mantenimiento, puede aumentar el riesgo de fugas de Gas Natural, por lo que la importancia de un programa de vigilancia de seguridad ambiental y de un programa para mantenimiento preventivo eficaz, es una parte medular para disminuir el riesgo de fugas, y mediante la elaboración y aplicación de un programa de mantenimiento correctivo que contemple tiempos y movimientos, se podrán disminuir los tiempos de respuesta y control de eventos que puedan presentarse, relacionados con fugas de Gas Natural.

#### **Suelo**

Las medidas de prevención que serán aplicadas por parte de la Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V., en el derecho de vía del Gasoducto principal, para la prevención y protección de la integridad física del suelo y subsuelo, evitarán modificaciones de gran magnitud a las condiciones naturales del suelo natural en los derechos de vía de las carreteras Federales No. 115 y 160, así como de zonas aledañas al trayecto del gasoducto. Una gran ventaja de las medidas empleadas por parte de la empresa en la etapa de construcción, es que se utilizará el método de perforación direccional para la instalación del gasoducto en aquellos puntos donde sea complicado realizar la apertura de la zanja, tales como zonas urbanas, cuerpos de agua o cruces carreteros principalmente, reduciendo significativamente la erosión del suelo al momento de la instalación del Gasoducto.



### **Agua**

Durante la etapa de construcción no se verán afectados los cuerpos de agua existentes en la zona de influencia del proyecto, ya que en caso de presentarse en el trayecto del gasoducto, éstos serán cruzados mediante el método de perforación direccional, el cual permite salvar la cobertura vegetal del suelo y los cuerpos de agua sin causar alteraciones en las características físicas de éstos; además de que el suministro de agua potable será por parte de la empresa constructora mediante tanques de almacenamiento portátiles, permitiendo pronosticar que no habrá ningún cambio en los aspectos hidrológicos del proyecto. Aunado a lo anterior, la hidrología subterránea de la región no se verá afectada debido a la apertura de la zanja, además de que se utilizarán materiales que permitan la infiltración del agua pluvial.

### **Flora**

Un beneficio ambiental en la preparación del sitio y construcción del gasoducto, es que éste será instalado dentro de los derechos de vía de las carreteras Federales No. 115 y 160, los cuales, debido al tránsito vehicular de los habitantes de la región, ya se encuentran impactados, por lo que la vegetación en ésta área es muy escasa, además de que no se localizan especies en riesgo de extinción, por lo tanto, las actividades de excavación y perforación no causarán grandes impactos negativos a la comunidad vegetativa de los derechos de vía donde se instalará el gasoducto, lo cual también beneficiará que las actividades de reforestación para la restauración del ecosistema sean eficientes y con menor tiempo de ejecución.

### **Paisaje**

La modificación del paisaje se presentará exclusivamente en el área de afectación del proyecto, que corresponden a los derechos de vía de las carreteras Federales No. 115 y 160, sin modificar de manera significativa elementos fuera de éste, y solamente por el tiempo que dure la construcción del gasoducto.

Las medidas de mitigación propuestas, así como los métodos a utilizar para la instalación del Gasoducto, tienen como objetivo acortar los tiempos en que el material de suelo generado de la excavación se encuentre fuera de la zanja realizada, para disminuir los impactos ambientales ocasionados al paisaje de la región.

Por lo anterior, una vez terminada la etapa de construcción, se prevé el retorno a las características ambientales iniciales en el paisaje existente en los derechos de vía del gasoducto.

### **Población**

El impacto esperado en la construcción del proyecto cae en aspectos poblacionales. Las medidas preventivas, de mitigación y en su caso correctivas, están orientadas a disminuir las molestias ocasionadas a la población durante la etapa de construcción. Una vez terminada esta etapa, se estima volver de manera inmediata a las características iniciales.

## **VII.2 Programa de vigilancia ambiental**

Para la implementación de las medidas preventivas y de mitigación, se requiere establecer un programa de vigilancia ambiental, el cual permitirá medir el avance y conocer el resultado de las actividades correctivas realizadas, para en su momento corregir o modificar en campo, las situaciones que no garanticen los resultados programados.



A partir de la definición de las actividades, se estableció el programa para garantizar el cumplimiento de las medidas de mitigación establecidas y la periodicidad de supervisión de las mismas, así como el procedimiento de supervisión para verificar el cumplimiento de éstas y el procedimiento para la realización de correcciones y ajustes necesarios.

Aunado a lo anterior, se elaborará y aplicará el procedimiento que incluya las actividades para establecer el indicador que garantice el cumplimiento de las medidas de mitigación, además de la periodicidad de supervisión de las mismas, así como el procedimiento de supervisión para el cumplimiento de dichas actividades.

La Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V., debido a las características del proyecto, tiene la responsabilidad de instaurar la figura del inspector ambiental, con el fin de que supervise la ejecución de las actividades hasta la conclusión del proyecto.

Durante la etapa de construcción del proyecto, la empresa deberá apegarse a los requerimientos de la norma NOM-129-SEMARNAT-2006 "Redes de distribución de gas natural", así mismo, en el período de operación y mantenimiento del Gasoducto e instalaciones asociadas, las actividades deberán estar sujetas a las revisiones y cuidados de su integridad, tal como lo marca la norma NOM-007-SECRE-2010 "Transporte de gas natural". La observación de deslaves, movimientos de tierra, obras de construcciones cercanas al gasoducto, y en general actividades ajenas a su cometido, deberán evaluarse para la definición de riesgos potenciales para su operación, así como, definir el procedimiento de construcción e instalación.

### **VII.3 Conclusiones**

La instalación del gasoducto de la Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V., cuya finalidad es la de suministrar gas natural, representa un impacto benéfico al factor ambiental socio económico, como proveedor de energía más limpia para consumo y como fuente de desarrollo para el sector industrial.

Las afectaciones originadas por las actividades de construcción, son consideradas como compatibles, ya que no generan impactos que trasciendan más allá de la duración que comprende dicha etapa.

En lo que se refiere a la matriz de impactos para este proyecto, se deduce que el factor del medio ambiente que tiene mayor susceptibilidad de afectación es el factor suelo, en segundo lugar el medio perceptual para el elemento Paisaje, junto con el poblacional en el factor ambiental relativo al medio económico.

Como resultado de la aplicación de la matriz de Leopold, impacto – desarrollo, utilizando los criterios para el llenado de la misma y para la interpretación de los datos, se obtiene que el valor arrojado para la cantidad de impactos negativos es de 150, mientras que para los impactos positivos el valor es de 342, lo cual da como resultado una diferencia de 192. Si bien, puede considerarse alto el valor de impactos negativos, hay que tomar en cuenta que la mayoría de éstos radica en la etapa de operación y mantenimiento, sin embargo, la mayoría de los impactos negativos generados en esta etapa hacia los factores bióticos y abióticos de la zona en estudio, son considerados como no significativos (de acuerdo a la **Tabla VI.1.1.2**, incluida en el capítulo VI del presente estudio de manifiesto de impacto ambiental), ya que su impacto al ambiente no representa un cambio de gran magnitud en sus características físicas, ni ponen en riesgo la extinción de la flora o fauna del área de influencia en estudio. Así mismo, dichos impactos se verán compensados gracias a las medidas de prevención y mitigación propuestas para los derechos de vía del gasoducto y su área de amortiguamiento, ya que principalmente, la reforestación ayudará a conservar las especies de flora que se vean afectadas por las actividades de excavación y perforación del suelo, lo cual contribuirá a mantener un equilibrio ecológico en el ecosistema del área en estudio.



Por lo descrito anteriormente, se concluye que los beneficios que traerá la instalación y puesta en marcha del Gasoducto principal, propiedad de la Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V., son mayores a los efectos negativos que se ocasionarán por las actividades de preparación del sitio y construcción, ya que habrá una gran contribución hacia el sector socio-económico e industrial de la zona en estudio, debido a la creación de empleos para los habitantes de los municipios donde se instalará el gasoducto principalmente, además se aplicarán medidas de prevención y mitigación para la compensación de impactos negativos ocasionados.





## CAPÍTULO I. DATOS GENERALES.

### I.1 Nombre o razón social de la empresa u organismo.

Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V..

### I.2 Registro Federal de Contribuyentes de la empresa.

El Registro Federal de Contribuyentes (RFC), de la Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos S.A. de C.V., es: AGN 111122 3W3.

*Ver Anexo 1.* RFC de la empresa.

### I.3 Número de registro del Sistema de Información Empresarial Mexicano (SIEM) (opcional).

No se incluye.

### I.4 Cámara o asociación a la que pertenece, indicando el número de registro y la fecha de afiliación (opcional).

No se incluye.

### I.5 Actividad productiva principal del establecimiento.

La actividad principal de la Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V., es el transporte de Gas Natural por ductos para uso propio de sus asociados.

### I.6 Clave CMAP.

De acuerdo a la Clasificación Mexicana de Actividades y Productos (CMAP) 1999, se determinó que la clave correspondiente a la actividad que realiza la Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V., es la que se indica a continuación:

**Tabla I.4.1** Clave CMAP.

Clave	Actividad Económica	Descripción
623095	Distribución Urbana de Gas por Ductos	Suministro de gas por medio de ductos a las tomas de hogares o empresas, en sustitución al comercio de gas por medio de cilindros o la carga de tanques estacionarios.

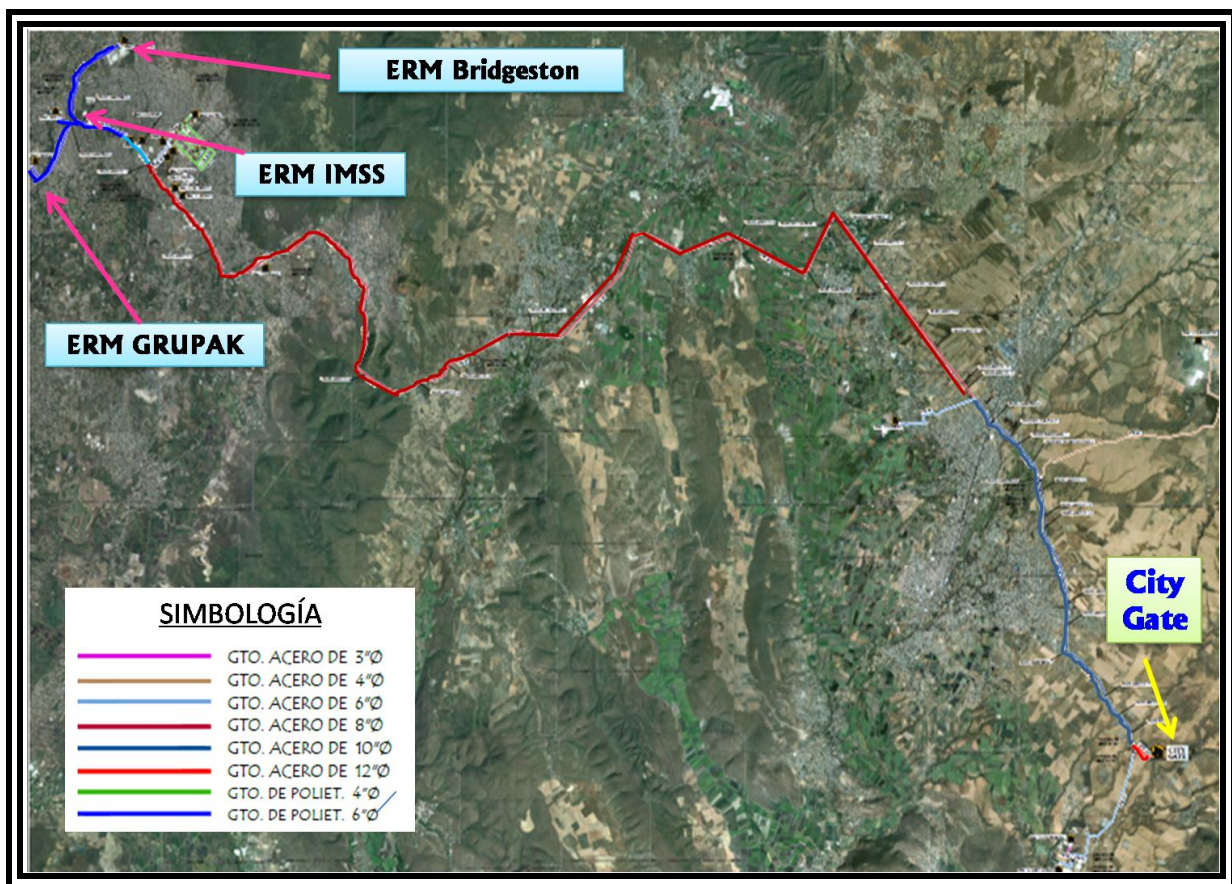
### I.7 Código ambiental (CA).

No Aplica.



### I.8 Ubicación del establecimiento.

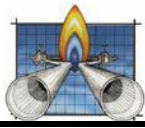
El Gasoducto compuesto por tubería de acero al carbón sin costura, especificación API 5L GRADO X52, con diámetros nominales de 12", 10", 8" y 6" y un espesor de 0,219", así como por tubería de polietileno de alta densidad de 4" y 6", propiedad de la Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V., iniciará en la interconexión con el gasoducto de 30" pulgadas de diámetro, propiedad de la empresa ELECNOR, dentro del municipio de Ayala, extendiéndose el trayecto hacia el Noreste sobre el derecho de vía de la carretera Federal No. 115, y posteriormente por el derecho de vía de la carretera Federal No. 160, para terminar en la ciudad de Cuernavaca, Morelos, hasta llegar al Parque Industrial CIVAC, donde estarán ubicados los socios comerciales GRUPAK, IMSS Y BRIDGESTONE. El trayecto del gasoducto principal cruzará los municipios de Ayala, Cuautla, Yecapixtla, Tlayacapan Yautepec, Jiutepec y Cuernavaca, todos en el estado de Morelos (**Ver Figura I.5.1**).



**Figura I.5.1** Recorrido del Gasoducto principal de 12", 10", 8" y 6", desde la interconexión con el Gasoducto de la empresa ELECNOR, hasta la Cd. de Cuernavaca.

### I.10 Fecha de inicio de operación.

La Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V., tiene contemplado el inicio de operaciones el 07 de Febrero del 2013 una vez que se hayan obtenido todas las autorizaciones por parte de las autoridades Federales, Estatales y Municipales.



**I.11 Número de trabajadores.**

La operación del Gasoducto principal de 12", 10", 8" y 6" será supervisada diariamente por 2 personas, quienes realizarán los celajes por todo el tendido del gasoducto desde la interconexión hasta la ERM del último de los socios en el municipio de Cuernavaca.

**I.12 Total de horas semanales trabajadas en planta.**

El tiempo total a trabajar semanalmente es de 92 horas.

**I.13 Número de trabajadores promedio, por día y por turno laborado.**

El número de trabajadores que laboraran durante las diferentes etapas del proyecto son:

**Tabla I.10.1** Número de trabajadores promedio, por etapa y por turno laborado.

<b>Etapas</b>	<b>Personal</b>	<b>Turno</b>	<b>Horario</b>
Construcción	8 Personas	Mixto	8:00 – 14:00 16:00 – 18:00
Contratista	20 Personas	Mixto	8:00 – 14:00 16:00 – 18:00
Operación	2 Personas	Mixto	8:00 – 14:00 16:00 – 18:00

**I.14 ¿Es maquiladora de régimen de importación temporal?**

Debido a que la actividad principal de la Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V., es el transporte de gas por ductos, se determinó que no es maquiladora de régimen de importación temporal.

**I.15 ¿Pertenece a alguna corporación?**

La Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V., pertenece al corporativo Gas Natural Industrial, S.A. de C.V..

**I.16 Participación de capital.**

En este proyecto, la participación en cuanto a la aportación de capital, será del sector privado en un 100%.

**I.17 Número de empleos indirectos a generar.**

Se tiene contemplado que para la etapa de operación del proyecto se generen 2 empleos de forma directa, mientras que, para las etapas de preparación y construcción se generarán empleos indirectos para los habitantes de los municipios donde se ubicará el proyecto.



### I.18 Inversión estimada (M.N.)

La inversión total del proyecto será de \$146 645 528,96 (ciento cuarenta y seis millones seiscientos cuarenta y cinco mil quinientos veintiocho <sup>96</sup>/<sub>100</sub> M.N.), la cual se desglosa en la siguiente tabla:

Concepto	Cantidad (lotes)	Costo unitario	Importe Total
Materiales de Acero al Carbón	1.00	48 573 848,41	48 573 848,41
Materiales diversos	1.00	558 566,30	558 566,30
Obra Civil (mano de obra)	1.00	63 157 669,3	63 157 669,39
Permisos y Administrativos	1.00	9 085 025,00	9 085 025
Disciplina mecánica	1.00	5 043 450,35	5 043 450,35
		<b>Subtotal</b>	126 418 559,45
		<b>IVA 16%</b>	20 226 969,51
		<b>Importe Total de la Obra</b>	146 645 528,96

### I.19 Nombre del gestor o promovente.

Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V.

### I.23 Nombre de la compañía encargada de la elaboración del estudio de riesgo.

La empresa responsable de la elaboración del presente Estudio de Riesgo Ambiental (ERA) Nivel 0, es Ingeniería Ambiental Consultores, S.A. de C.V..





## **CAPÍTULO II. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN**

### **II.1 Nombre de la instalación, haciendo una breve descripción de la actividad.**

El nombre del proyecto es “Sistema de transporte de Gas Natural para usos propios de la Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V.”.

El proyecto se ubicará en el estado de Morelos, dentro de los municipios de Ayala, Cuautla, Yecapixtla, Tlayacapan Yautepec, Jiutepec y Cuernavaca. El punto inicial del trayecto está ubicado en las coordenadas 18° 46' 21,12" Latitud Norte y 98° 53' 29,96" Longitud Oeste, que corresponde a la interconexión con el gasoducto de 30"  $\Phi$  propiedad de la empresa ELEC NOR, extendiéndose hacia el Suroeste hacia el parque Industrial de Cuautla para dar suministro a los socios SAINT GOBAIN y CONTINENTAL de la interconexión, se extiende el gasoducto principal en diámetro de 8" hacia el Noroeste hasta llegar a las coordenadas 18° 50' 12,14" Latitud Norte y 98° 55' 24,76" Longitud Oeste que es donde se extiende un gasoducto de acero al carbón con diámetro de 4" para dar suministro al socio BURLINGTON. Siguiendo por el derecho de vía de la carretera Federal 115, hasta llegar al punto 18° 51' 22,46" Latitud Norte y 98° 56' 30,61" Longitud Oeste, de donde saldrá un gasoducto de acero al carbón de 6"  $\Phi$  para dar suministro al socio INGENIO. La Trayectoria del gasoducto continua por el derecho de vía de la carretera Federal 115 hasta llegar al punto con coordenadas 18° 53' 06,72" Latitud Norte y 98° 59' 08,96", donde se inicia el derecho de vía de la carretera Federal No. 160, para seguir hacia el Oeste hasta llegar al municipio de Jiutepec que es donde se instalarán las Estaciones de Regulación y Medición (ERM's) KOLORINES, BUKMAN, NISSAN, DR. REDDYS, UQUIFA, UNILEVER y BAXTER, estas tres últimas ya localizadas en el Parque Industrial CIVAC. Para dar suministro a los socios IMSS, BRIDGESTONE y GRUPAK ubicados en la ciudad de Cuernavaca, se empleará tubería de polietileno de 6"  $\Phi$ .

La tubería que integra el gasoducto, se complementará con una Estación de Regulación y Medición City Gate Morelos, 16 Estaciones de Regulación y Medición (ERM), mismas que estarán ubicadas en las instalaciones de las empresas a las que se les dará el servicio de suministro de gas natural, las cuales se encuentran mencionadas en el párrafo anterior; así mismo, como parte de la instrumentación del gasoducto, contará con 26 válvulas de seccionamiento, que serán instaladas a lo largo del sistema de transporte. La longitud total del sistema del gasoducto que involucra tubería de acero al carbón de 12", 10", 8" 6", 4" y 3", así como tubería de polietileno de alta densidad de 4" y 6" de diámetro será de 80,589 Km.. El sistema de transporte de Gas Natural, estará operado y supervisado por la Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V., y su objetivo es suministrar gas natural a los socios mencionados en el párrafo anterior.

#### **II.1.1 Planes de crecimiento a futuro, señalando la fecha estimada de realización.**

Como crecimiento a futuro se contempla la ampliación de la red de transporte de Gas Natural, principalmente en los municipios de Cuernavaca, Jiutepec, Cuautla y Yautepec.

#### **II.1.2 Fecha de inicio de operaciones.**

Actualmente la empresa se encuentra realizando los trámites necesarios para iniciar con la etapa de construcción del proyecto; sin embargo, se tiene contemplado iniciar con la operación del gasoducto, el 07 de Febrero del 2013.



### **II.1.3 Describir la instalación, indicando alcance e instalaciones que lo conforman, origen, destino, número de líneas, diámetro, longitud, servicio, capacidad proyectada, inversión y vida útil.**

El proyecto constará del diseño ejecutivo para la construcción y operación de un Gasoducto construido e instalado en los municipios de Ayala, Yecapixtla, Cuautla, Tlayacapan, Yautepec, Jiutepec y Cuernavaca, en el estado de Morelos, para realizar el suministro de Gas Natural a través de dicho gasoducto, mismo que estará compuesto por tubería de acero al carbón sin costura, especificación API 5L GRADO X52, de 12"Φ, 10"Φ, 8"Φ y 6"Φ, con un espesor de 0,219", respectivamente. Dicho Gasoducto será propiedad de la Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V., iniciando su trayecto en la interconexión (con coordenadas geográficas de 18° 46' 21,12" Latitud Norte y 98° 53' 29,96" Longitud Oeste) con el gasoducto de 30" Φ propiedad de la empresa ELECNOR, el cual alimentará la City Gate Morelos, ubicada en el municipio de Ayala en el estado de Morelos (en las coordenadas antes mencionadas), de este punto partirá el gasoducto de acero al carbón de 12" de diámetro, mismo que manejará una presión máxima de 21 Kg/cm<sup>2</sup> (298,69 Libras por pulgada ó PSI) con una longitud de 0.55 Km, ya que posteriormente se reducirá el diámetro del mismo a 10" durante 11,5 Km., posteriormente a 8" por 37 Km., y terminar en 6"Φ en la ciudad de Cuernavaca, Morelos

En el cadenamamiento 0+000 se realizará la interconexión de la City Gate Morelos al gasoducto de 30"Φ propiedad de la empresa ELECNOR; a la salida de la City Gate inicia el gasoducto de 12"Ø de acero al carbón, en dirección al Oeste, en el cadenamamiento 0+500 se reduce a 6" el diámetro de la tubería del gasoducto principal, siguiendo el derecho de vía de la carretera federal No. 115, en el cadenamamiento 12+000 el gasoducto reduce su diámetro a 8", posteriormente, en el cadenamamiento 19+000A el trayecto del gasoducto toma el derecho de vía de la carretera federal 160, en el punto final del trayecto en el parque CIVAC en el municipio de Cuernavaca, Mor. (cadenamamiento 48+500), se presenta una bifurcación, disminuyendo el diámetro de la tubería a 6", en donde se localizan los socios: UNILIVER, UQUIFA, KOLORINES, IMMS, GRUPAK Y BRIDGESTONE. En el municipio de Ayala se localizan los socios CONTINENTAL y SAINT GOBAIN, en el municipio de Cuautla el socio INGENIO, en Yecapixtla el socio BURLINGTON, y en Jiutepec los socios Bukman, Reddys, Nissan y Baxter.

Lo anterior con una inversión total de aproximadamente \$146,645,528.96.

### **II.1.4 Señalar cuál es su antigüedad y vida útil remanente.**

En base a experiencia, la empresa responsable del Proyecto Ejecutivo del Gasoducto, lo diseñó y construyó para una vida útil de al menos 30 años en estado de operación. Este período de tiempo puede ser modificado hacia una vida mayor considerando el mantenimiento predictivo, preventivo y en su caso correctivo.

### **II.1.5 Ubicación del ducto en operación.**

El Gasoducto compuesto por tubería de acero al carbón sin costura, especificación API 5L GRADO X52, con diámetros nominales de 12", 10", 8" y 6" y un espesor de 0,219", así como por tubería de polietileno de alta densidad de 4" y 6", propiedad de la Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V., iniciará en la interconexión con el gasoducto de 30" Φ propiedad de la empresa ELECNOR, dentro del municipio de Ayala, extendiéndose el trayecto hacia el Noreste sobre el derecho de vía de la carretera Federal No. 115, y posteriormente por el derecho de vía de la carretera Federal No. 160, para terminar en la ciudad de Cuernavaca, Morelos, hasta llegar al Parque Industrial CIVAC, donde estarán ubicados los socios comerciales GRUPAK, IMSS Y BRIDGESTONE. El trayecto



del gasoducto principal cruzará los municipios de Ayala, Cuautla, Yecapixtla, Tlayacapan Yautepec, Jiutepec y Cuernavaca, todos en el estado de Morelos (Ver Figura II.2.1).

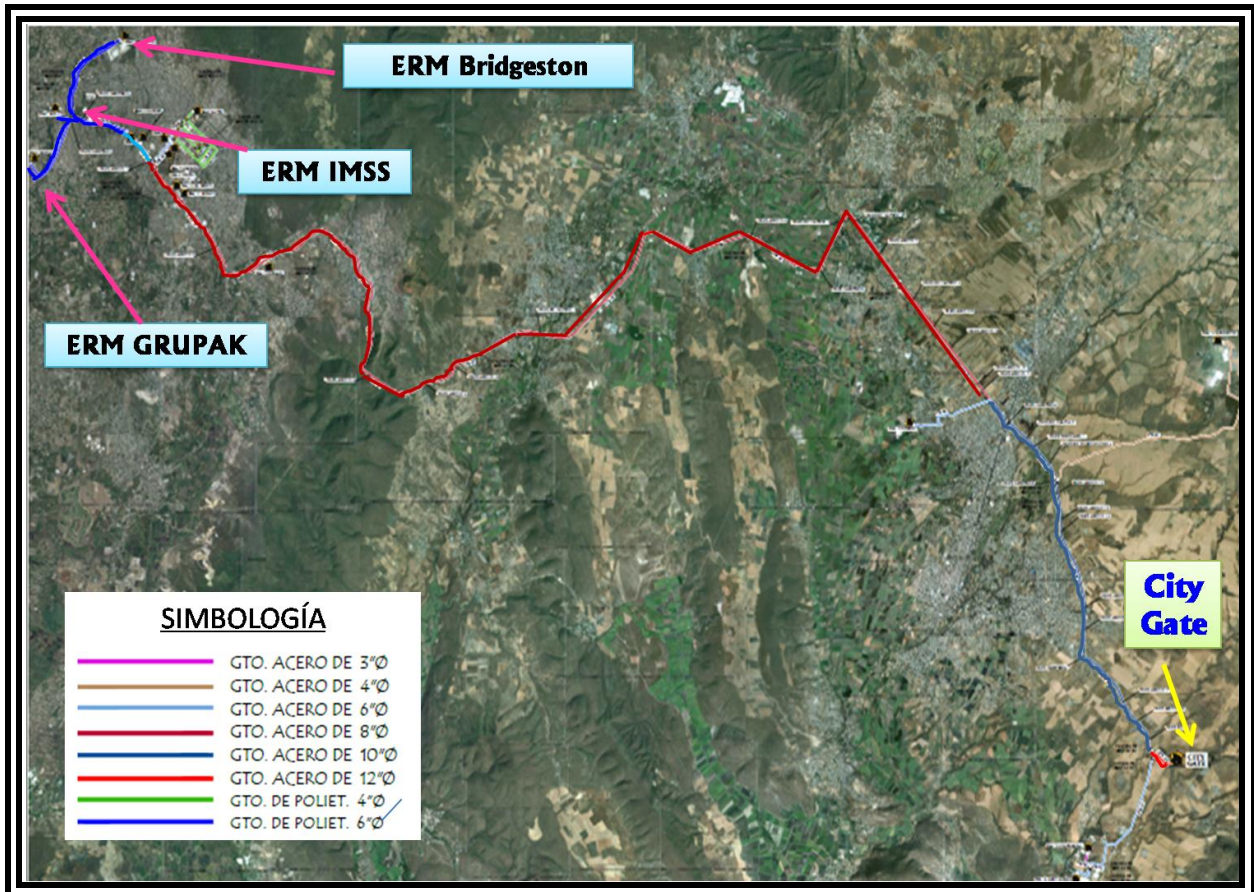


Figura II.2.1 Croquis de ubicación del proyecto.

En la trayectoria del Gasoducto, desde el punto de la interconexión con el gasoducto de 30"Φ propiedad de la empresa ELECNOR, hasta el punto final en la ciudad de Cuernavaca, se localizan cruces importantes, como son carreteros, ferrocarril, ríos y arroyos, mismos que se indican en la siguiente tabla:

Tabla II.2.1 Principales cruces ubicados en el trayecto del Gasoducto.

Cruce	Coordenadas	
	Latitud (N)	Longitud (O)
Cruce de Arroyo	18° 51' 27.65"	99° 07' 02.49"
Cruce de Río Yautepec	18° 52' 15.38"	99° 04' 15.84"
Cruce de Río Yautepec	18° 53' 55.36"	98° 58' 57.68"
Cruce de Río Yautepec	18° 53' 55.30"	98° 58' 46.38"
Cruce de Arroyo	18° 53' 30.04"	98° 58' 26.71"
Cruce de Río Yautepec	18° 52' 51.50"	98° 57' 52.32"
Cruce de Arroyo	18° 52' 22.71"	98° 57' 26.04"
Cruce de Arroyo	18° 52' 06.60"	98° 57' 11.24"





**Continuación.... Tabla II.2.1** Principales cruces ubicados en el trayecto del Gasoducto.

Cruce	Coordenadas	
	Latitud (N)	Longitud (O)
Cruce de Arroyo	18° 51' 37.06"	98° 56' 43.60"
Cruce de arroyo	18° 51' 31.78"	98° 56' 38.77"
Cruce de Río Cuautla	18° 50' 50.91"	98° 55' 56.76"
Cruce de Ferrocarril	18° 50' 42.55"	98° 55' 47.66"
Cruce de Río Fondo Rocoso	18° 50' 25.44"	98° 55' 31.85"
Cruce de Arroyo	18° 50' 01.22"	98° 55' 22.73"
Cruce de Arroyo	18° 49' 41.57"	98° 55' 19.58"
Cruce de arroyo	18° 49' 31.88"	98° 55' 19.52"
Cruce de Arroyo	18° 48' 25.82"	98° 54' 55.93"
Cruce de Arroyo.	18° 48' 07.44"	98° 54' 56.77"
Cruce de Arroyo	18° 47' 05.34"	98° 54' 15.86"
Cruce de Arroyo. Puente los Guayabos	18° 46' 48.59"	98° 54' 02.93"
Cruce carretero	18° 46' 43.49"	98° 53' 57.45"
Cruce de Río. Puente los Papayos	18° 46' 31.04"	98° 53' 51.18"

Fuente: INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

Aunado a lo anterior, en la trayectoria del Gasoducto, los principales puntos donde existe afluencia de personas, son instituciones educativas, comercios, así como establecimientos de alto riesgo, tal es el caso de Gasolineras y estaciones de Gas a carburación, las cuales se indican en las siguientes tablas:

**Tabla II.2.2** Centros comerciales e instituciones educativas ubicadas en la trayectoria del Gasoducto principal.

Instalación	Coordenadas	
	Latitud (N)	Longitud (O)
Chedraui	18° 55' 13.5"	99° 11' 52.57"
Walmart	18° 54' 07.85"	99° 10' 27.67"
Enfrente de Comercial Mexicana	18° 53' 47.00"	99° 10' 06.10"
Frente a Colegio Monte Alban	18° 53' 20.24"	99° 07' 32.25"
Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA)	18° 53' 06,09"	99° 09' 34,53"
Instituto Politécnico Nacional (Campus Morelos)	18° 53' 28,40"	99° 08' 26,70"
Cruce de camino enfrente de SAM's	18° 51' 59.13"	98° 57' 04.14"

Fuente: INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.





**Tabla II.2.3** Instalaciones de riesgo ubicadas en la trayectoria del Gasoducto principal.

Instalación	Coordenadas	
	Latitud (N)	Longitud (O)
Gasolinera 3040	18° 54' 41.79"	99° 10' 52.13"
Gasolinera 4605	18° 54' 00.73"	99° 10' 19.66"
Gasolinera 5006	18° 53' 41.72"	99° 09' 58.75"
Gasolinera 6903	18° 53' 32.25"	99° 07' 47.07"
Gasolinera 7383	18° 53' 25.74"	99° 07' 38.26"
Estación de Gas Carburación	18° 51' 19.58"	99° 06' 38.92"
Gasolinera 10330	18° 52' 13.99"	99° 04' 08.73"
Gasolinera 00453	18° 53' 38.81"	99° 01' 55.45"
Gasera Global Gas	18° 53' 39.67"	99° 00' 33.23"
Gasolinera 9574	18° 51' 00.22"	98° 56' 07.71"
Subestación Eléctrica	18° 50' 47.51"	98° 55' 52.91"
Estación de Gas Carburación	18° 49' 56.58"	98° 55' 21.40"
Gasolinera 7930	18° 49' 11.89"	98° 55' 10.02"
Gasolinera 8020	18° 49' 04.85"	98° 55' 07.97"
Estación de Gas Carburación	18° 48' 45.79"	98° 54' 59.94"
Gasolinera 9447	18° 46' 56.48"	98° 54' 11.23"
PEMEX TAR y Subestación eléctrica	18° 45' 03.59"	98° 54' 32.19"

Fuente: INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

### II.3. Autorizaciones oficiales para el desarrollo del proyecto.

Al momento de la realización del presente Estudio de Riesgo Ambiental, aún no se cuenta con las autorizaciones correspondientes para el desarrollo del proyecto; sin embargo, la empresa realizará la gestión de documentos con las siguientes dependencias.

1. Licencia de construcción por los municipios donde pase el gasoducto principal,
2. Liberación o Autorización de la obra por parte de Protección Civil (Municipal y Estatal),
3. Autorización de In-vivienda,
4. Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT),
5. Comisión Nacional del Agua (CNA),
6. Comisión Federal de Electricidad (CFE),
7. Teléfonos de México, S.A. B. de C.V. (TELMEX).



## CAPÍTULO III. ASPECTOS DEL MEDIO NATURAL Y SOCIOECONÓMICO.

### III.1 Descripción de los sitios o áreas seleccionadas para la ubicación del ducto.

#### Morelos.

El estado de Morelos se encuentra entre los paralelos 18° 22' 5" y 19° 07' 10" Latitud Norte y los meridianos 93° 37' 08" y 99° 30' 08" de Longitud Oeste, en la vertiente del sur de la serranía del Ajusco dentro de la cuenca del río Balsas. Sus límites con los estados vecinos son: al Norte con el Distrito Federal y el estado de México, al Sur con Guerrero; al este con Puebla y al Oeste con el estado de México y Guerrero.

De acuerdo a la información estadística disponible, la población total de la entidad para el año 2010, es de 1 777 227 habitantes, de los cuales 858 588 son hombres y 918 639 son mujeres.

#### Municipio de Cuernavaca.

Cuernavaca se ubica en la zona noroeste del estado de Morelos, en las coordenadas 19° 02' Latitud Norte y 99° 20' de Longitud Oeste a una altura de 1 511 metros sobre el nivel del mar. Limita al Norte con el municipio de Huitzilac al Sur con los municipios de Temixco y Xochitepec, con Huitzilac, Tepoztlán y Jiutepec al orientes y al poniente con el municipio de Temixco y el municipio de Ocuilán en el estado de Mexico. El municipio se encuentra ubicado dentro de las regiones del Eje Neovolcánico (lagos y volcanes de Anáhuac) y la Sierra Madre del Sur ( sierra y valles guerrerenses).

#### Municipio de Jiutepec.

Jiutepec se ubica entre los paralelos 18° 53' de Latitud Norte y 99° 10' de Longitud Oeste a una altura de 1 350 metros sobre el nivel del mar.Limita al norte con los Municipios de Tepoztlán y Cuernavaca, al sur con los Municipios de Emiliano Zapata y Temixco; al oriente con el Municipio de Yautepec y al poniente con Cuernavaca y Temixco.

#### Municipio de Yautepec

Yautepec se ubica en la en la parte norte del estado de Morelos, en las coordenadas 18° 53' Latitud Norte y 99° 04' de Longitud este a una altura de 1 210 metros sobre el nivel del mar. Limita al Norte con el municipio de Tlayacapan, al Sur con los municipios de Ayala, Tlaltizapán y Emiliano Zapata, al Este Con los municipios de Cuautla y Atlatlahucan y al Oeste con los municipios de Jiutepec y Tepoztlán.

#### Municipio de Tlayacapan

Tlayacapan se ubica en la parte Noreste del estado de Morelos, entre los paralelos 18° 57' Latitud Norte y 98° 59' Longitud Oeste a una altura de 1 640 metros sobre el nivel del mar. Limita al Norte, con el municipio de Tlalnepantla, al Sur, con el municipio de Yautepec, al Este con el municipio de Totolapan y Atlatlahucan y al Oeste con el municipio de Tepoztlán.

#### Municipio de Cuautla

Cuautla se ubica en la zona oriente del estado de Morelos, en las coordenadas geográficas 18° 49' Latitud Norte y 99° 01' Longitud Oeste a una altura de 1 294 metros sobre el nivel del mar. Colinda con los Municipios de Yautepec, Atlatlahucan, Yecapixtla y Ayala.



### Municipio de Yecapixtla

Yecapixtla se ubica en la región oriente del estado de Morelos, entre los paralelos 18° 53' de Latitud Norte y 98° 52' de longitud Oeste dentro del meridiano Greenwich a una altura de 1 580 metros sobre el nivel del mar.

### Municipio de Ayala

Ayala se ubica en la parte central del estado de Morelos, en las coordenadas geográficas de 18° 46' Latitud Norte y 98° 59' Longitud Oeste a una altura de 1 220 metros sobre el nivel del mar. Limita al Norte con los municipios de Yautepec, Cuautla y Yecapixtla, al Sur con Tepalcingo y Tlaquiltenango, al este con Temoac, Jantetelco y Jonatepec y al Oeste con Tlaltizapán y Yautepec.

## III.2 Aspectos del Medio Natural.

### III.1 Factores Abióticos.

#### ❖ *Clima.*

En el estado de Morelos se presentan los siguientes tipos climáticos: Cálido-subhúmedo, semicálido-subhúmedo, templado-subhúmedo, semifrío-subhúmedo y frío, principalmente.

- *Cálido-subhúmedo*: Abarca aproximadamente el 78% de la superficie de Morelos, se caracteriza por tener una temperatura media anual mayor de 22°C, con lluvias en verano y una precipitación del mes más seco menor de 60 mm. En este tipo de clima se presenta la vegetación que predomina en la entidad: La selva baja caducifolia.
- *Semicálido-subhúmedo*: Se localiza en una franja hacia el norte del estado y comprende aproximadamente un 13% de su superficie. Presenta una temperatura media anual entre 18° y 22°C, con lluvias en verano y una precipitación media anual de 800 a 1 500 mm; la precipitación máxima ocurre en el mes de Junio, siendo Febrero y Diciembre los meses de menor precipitación.
- *Templado-subhúmedo*: Cubre aproximadamente el 10% de la superficie estatal y se localiza en los municipios del norte como: Huitzilac, Tlalnepantla, Totolapan, Tetela del Volcán y parte de Cuernavaca, Tepoztlán, Ocuituco, Tlayacapan y Miacatlán. Dichos municipios se encuentran entre los 1 600 y 1 800 msnm (metros sobre el nivel del mar), con temperaturas medias anuales de 10°C a 15°C y con una precipitación de 1 200 a 1 500 mm anuales. En el estado de Morelos, los bosques mixtos de pino y encino se desarrollan en este tipo de clima.
- *Semifrío-subhúmedo*: Se localiza en pequeñas zonas de la entidad, en los límites con el Distrito Federal, con el estado de México y Puebla, cubren solamente una superficie estatal aproximada del 2%. En este tipo de clima, se distribuyen los bosques de coníferas y praderas de alta montaña, en particular bosque de *pinus* y *abies*.
- *Frío*: Se presenta en las partes altas del Popocatepetl que le corresponden a la entidad. Se caracteriza por tener una temperatura media anual menor de 5°C y con alta incidencia de heladas. Le corresponde una vegetación dominante de zacatonal y pradera alpina.

Fuente: [Clima del estado de Morelos. Gobierno del Estado. Página web.](#)

El derecho de vía del Gasoducto principal en su trayectoria a un costado de la carretera Federal No. 160, en su trayectoria y área de influencia incidirá en el territorio de los municipios de Cuernavaca,



Jiutepec, Yautepec, Tlayacapan, Cuautla, Yecapixtla y Ayala, los cuales forman parte de la provincia del Eje Neo volcánico.

El clima predominante en el municipio de Cuernavaca (**Ver Figura III.2.1.1**) es semicálido subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media (65,12%), templado subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad (31,41%), cálido subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad (2,29%) y semicálido subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad (1,18%). En el municipio de Jiutepec (**Ver Figura III.2.1.2**) el clima predominante es cálido subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad (71,83%) y semicálido subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media (28,17%). Para Yautepec (**Ver Figura III.2.1.3**), el clima es cálido subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad (65,84%), semicálido subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media (29,67%) y semicálido subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad (4,49%). En lo que respecta al municipio de Tlayacapan (**Ver Figura III.2.1.4**), se encuentran principalmente climas de tipo semicálido subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media (96%), cálido subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad (2,23%) y templado subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad (1,77%). Para Cuautla (**Ver Figura III.2.1.5**) el clima es cálido subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad (98,22%) y semicálido subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad (1,78%). Así mismo, para el municipio de Yecapixtla (**Ver Figura III.2.1.6**) se tienen climas de tipo semicálido subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media (48,48%), cálido subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad (27,28%) y semicálido subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad (24,24%); para finalizar, en el municipio de Ayala (**Ver Figura III.2.1.7**) se presenta un tipo de clima únicamente, cálido subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad (100%).

**Tabla III.2.1.1** Temperatura y precipitación anual por municipio.

Municipio	Rango de Temperatura (°C)	Rango de Precipitación (mm)
Cuernavaca	12 – 24	800 – 1 600
Jiutepec	20 – 24	800 – 1 200
Yautepec	18 – 24	800 – 1 000
Tlayacapan	16 – 24	800 – 1 000
Cuautla	20 – 24	800 – 1 000
Yecapixtla	18 – 24	800 – 1 200
Ayala	22 – 24	800 – 1 000

Fuente: Prontuarios de información municipales (INEGI).



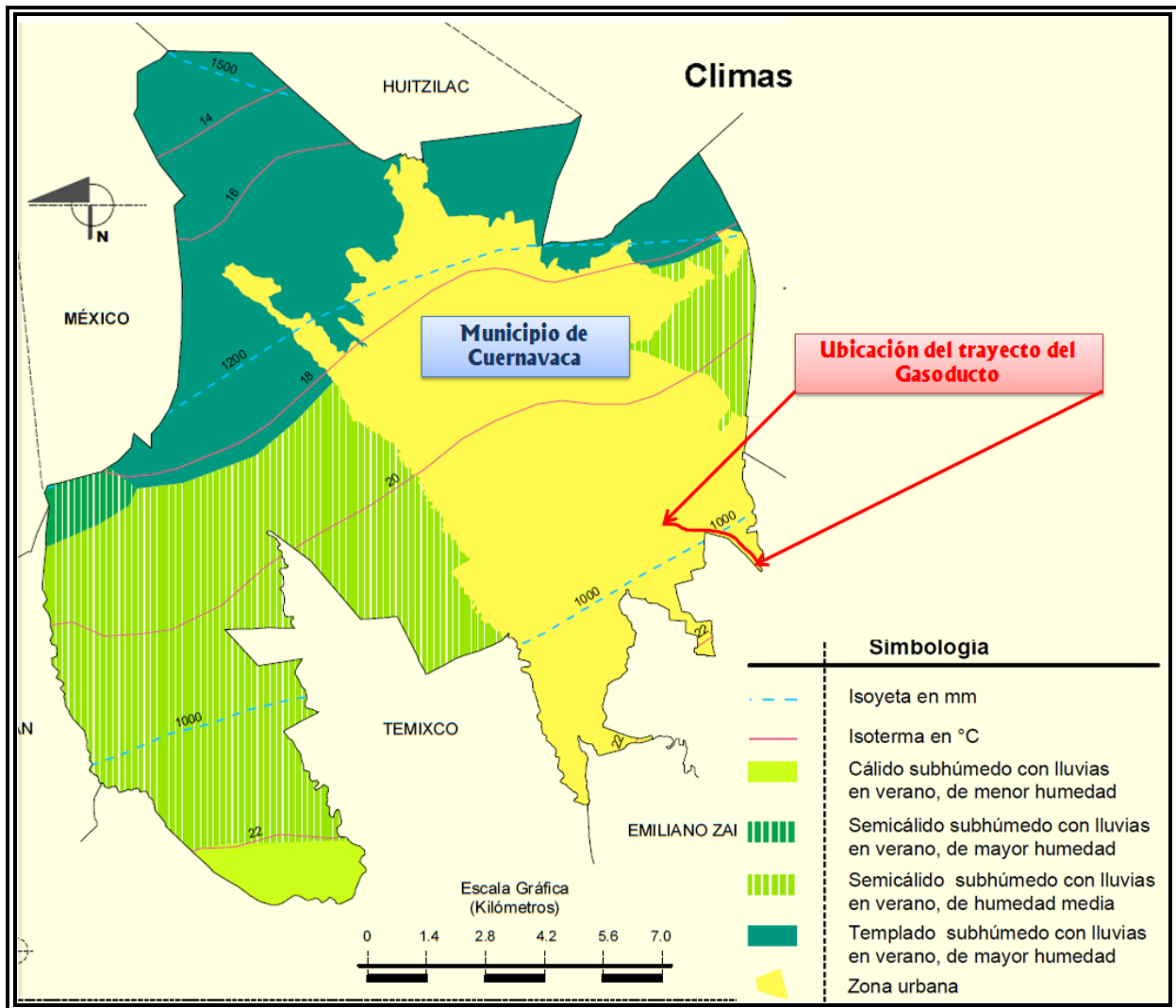
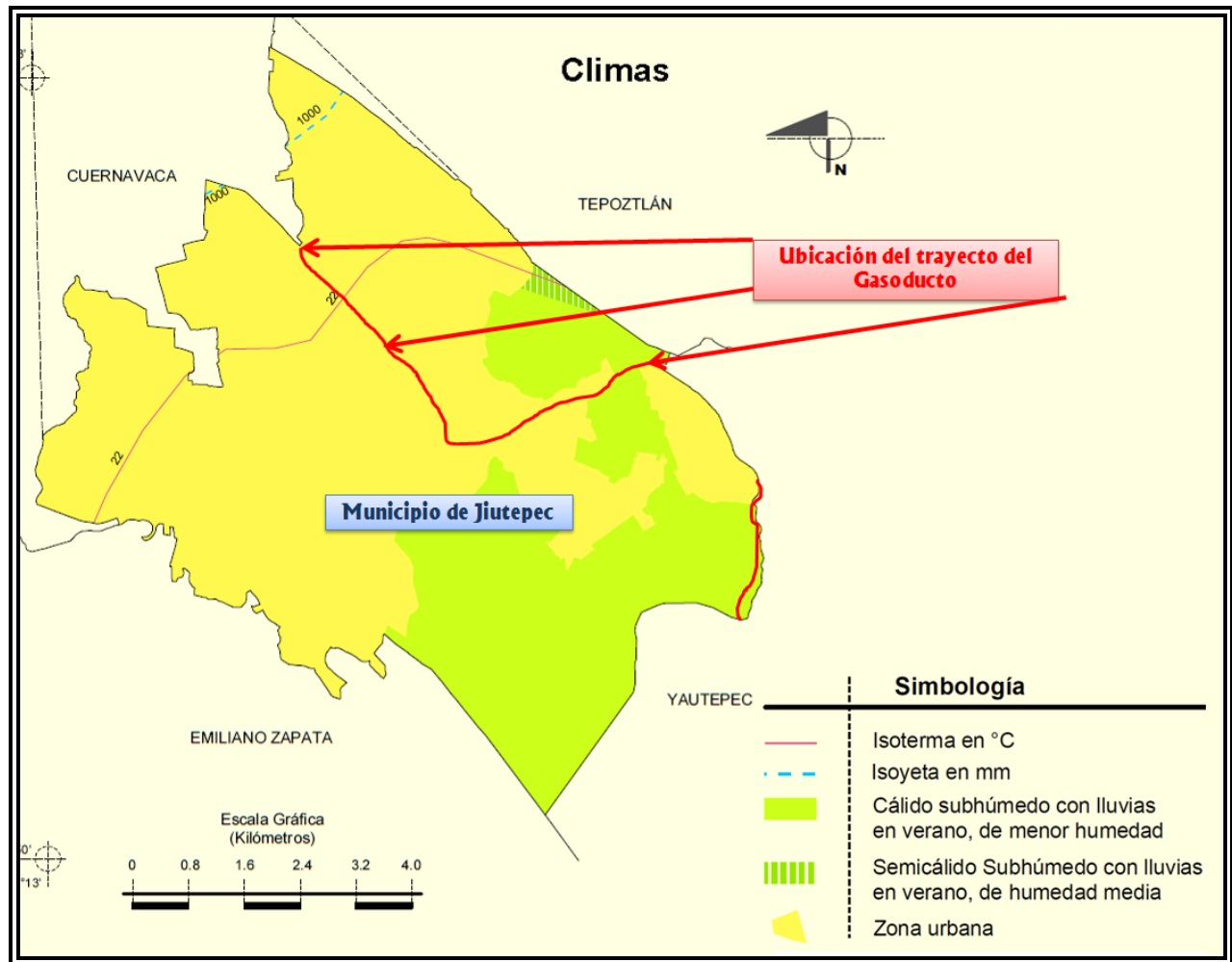


Figura III.2.1.1 Tipos de clima presentes en el trayecto correspondiente al gasoducto en el municipio de Cuernavaca.

Fuente: **Prontuario de Información Geográfica Municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Municipio de Cuernavaca. Año 2009.**



**Figura III.2.1.2** Tipos de clima presentes en el trayecto correspondiente al gasoducto en el municipio de Jiutepec.

Fuente: **Prontuario de Información Geográfica Municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Municipio de Jiutepec. Año 2009.**

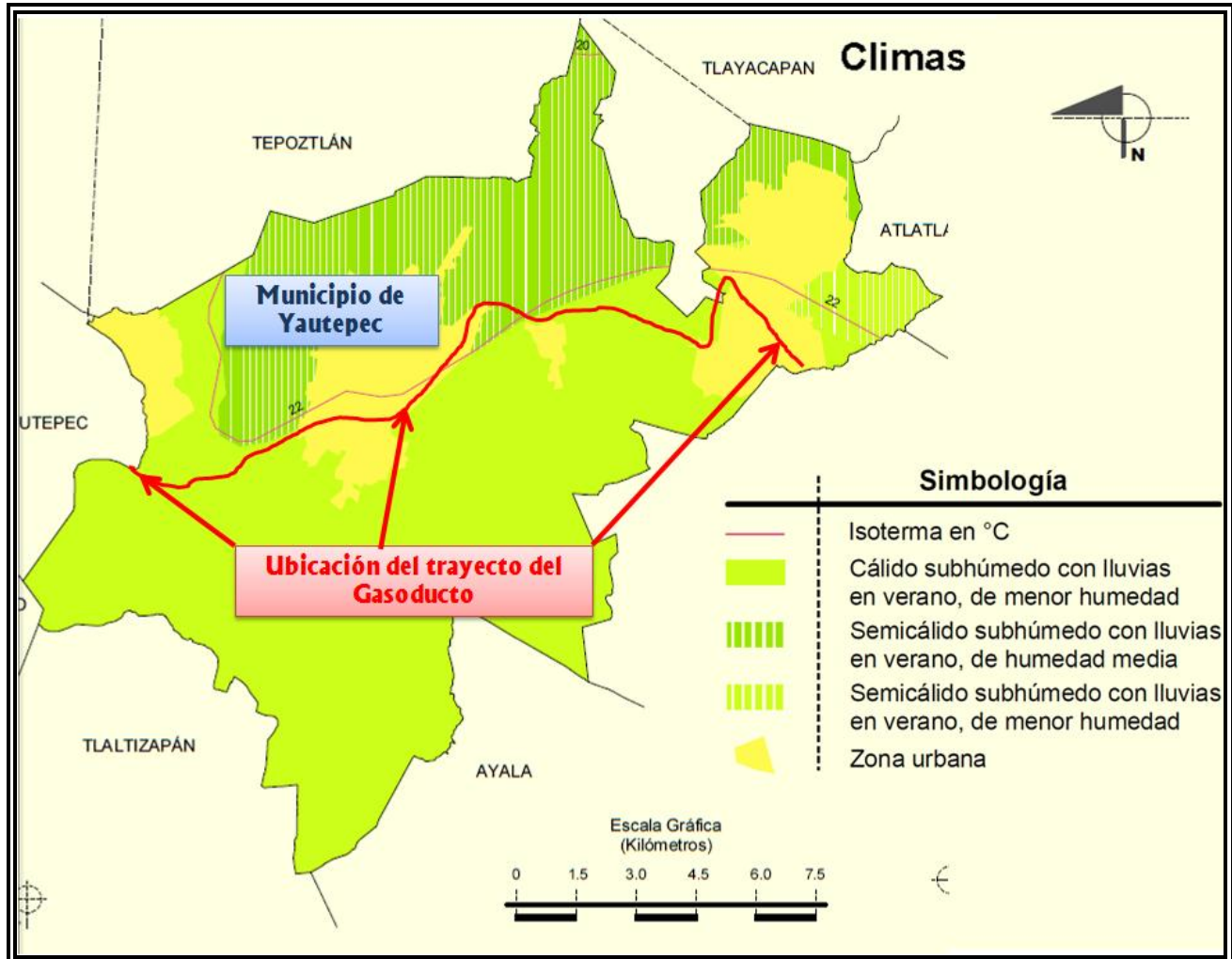


Figura III.2.1.3 Tipos de clima presentes en el trayecto correspondiente al gasoducto en el municipio de Yau-tepec.

Fuente: Prontuario de Información Geográfica Municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Municipio de Yau-tepec. Año 2009.

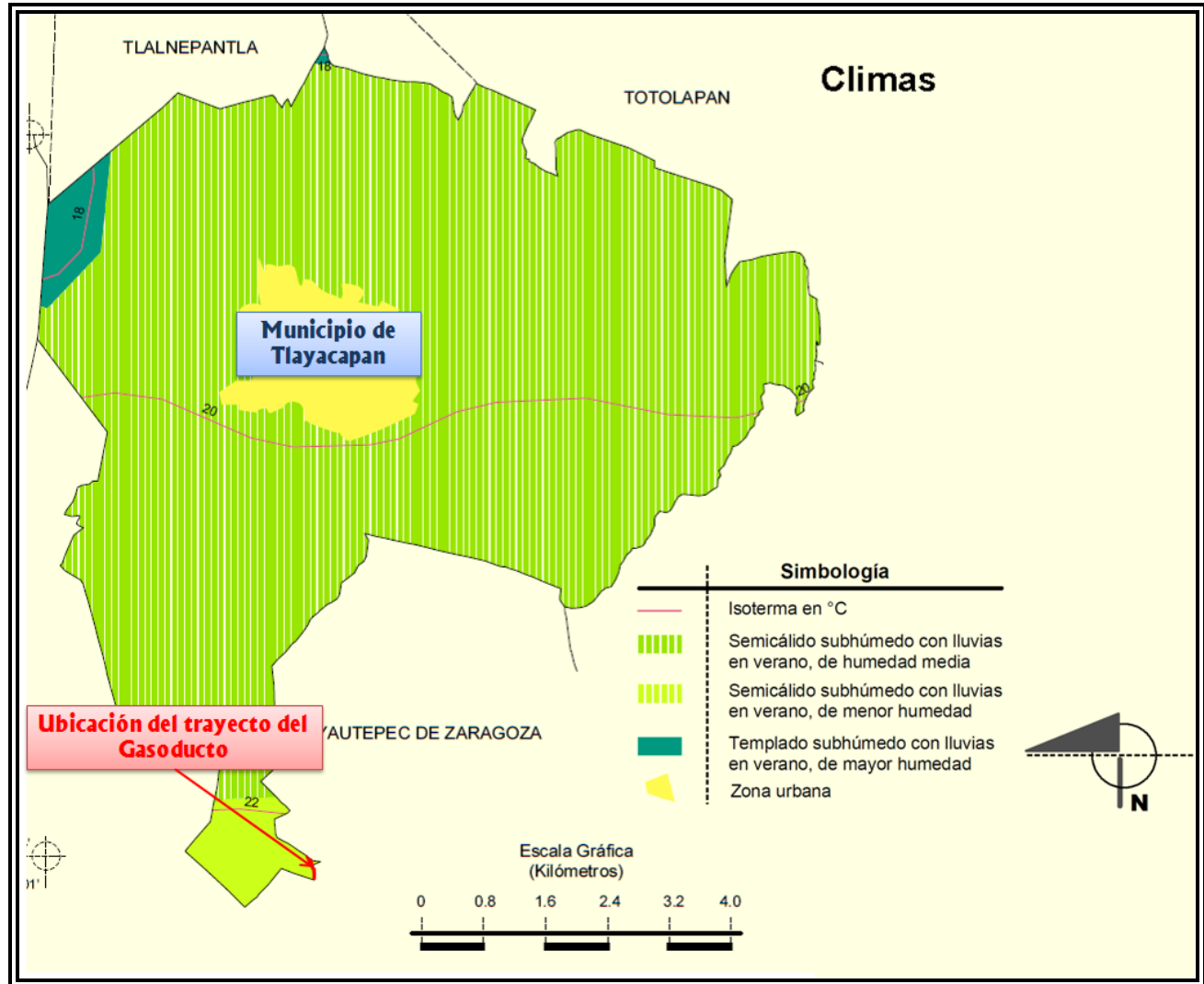


Figura III.2.1.4 Tipos de clima presentes en el trayecto correspondiente al gasoducto en el municipio de Tlayacapan.

Fuente: Prontuario de Información Geográfica Municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Municipio de Tlayacapan. Año 2009.



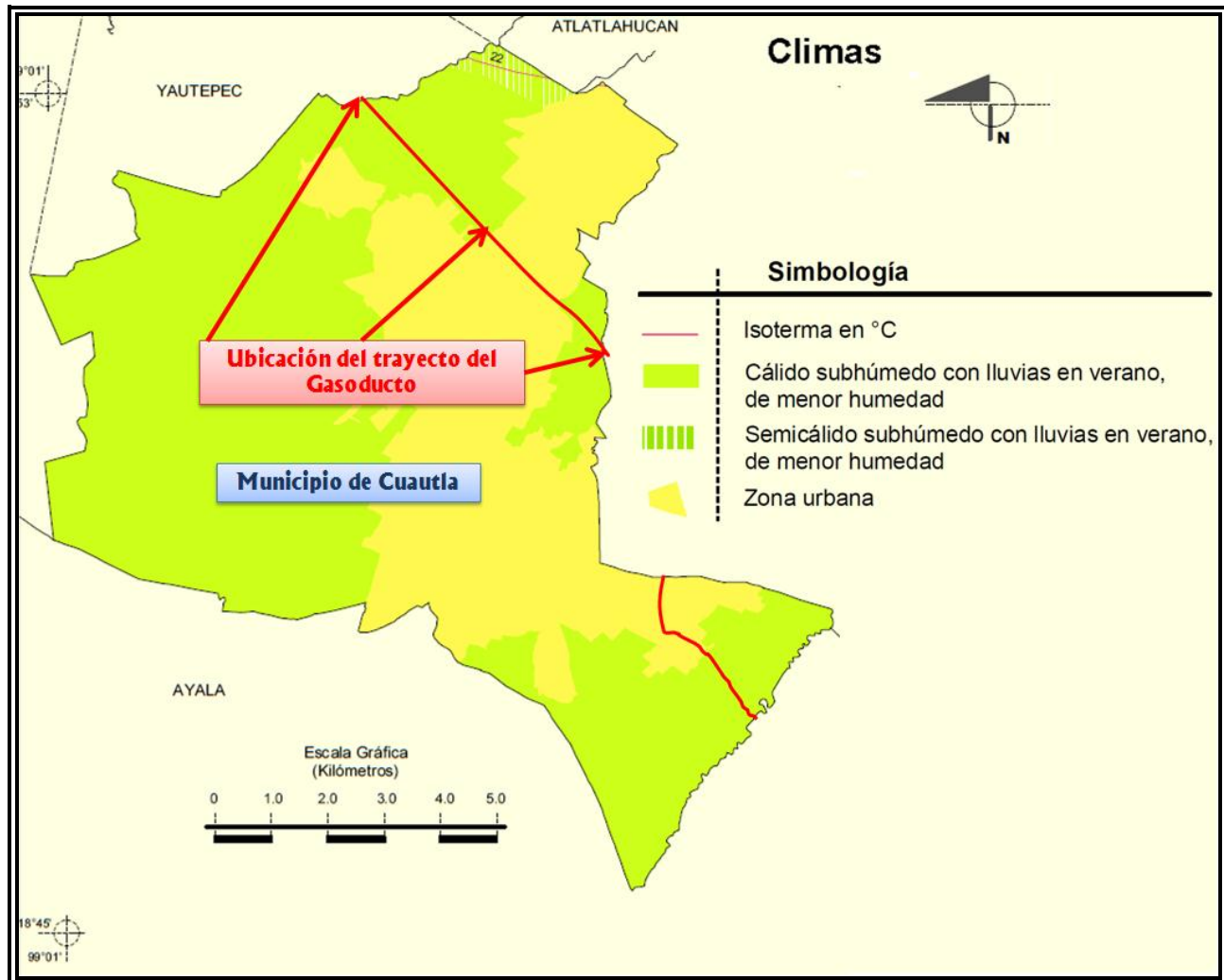


Figura III.2.1.5 Tipos de clima presentes en el trayecto correspondiente al gasoducto en el municipio de Cuautla.

Fuente: Prontuario de Información Geográfica Municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Municipio de Cuautla. Año 2009

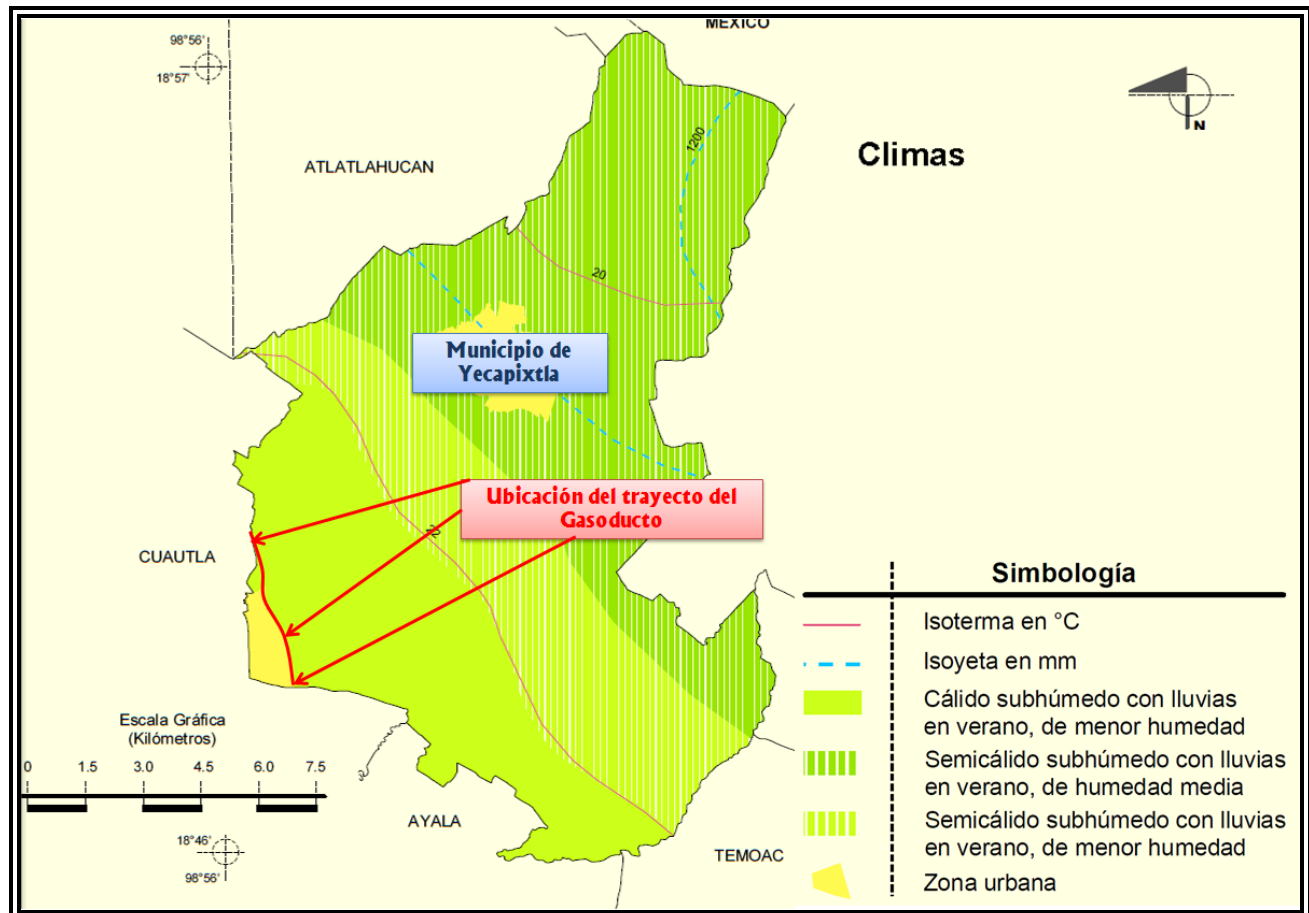
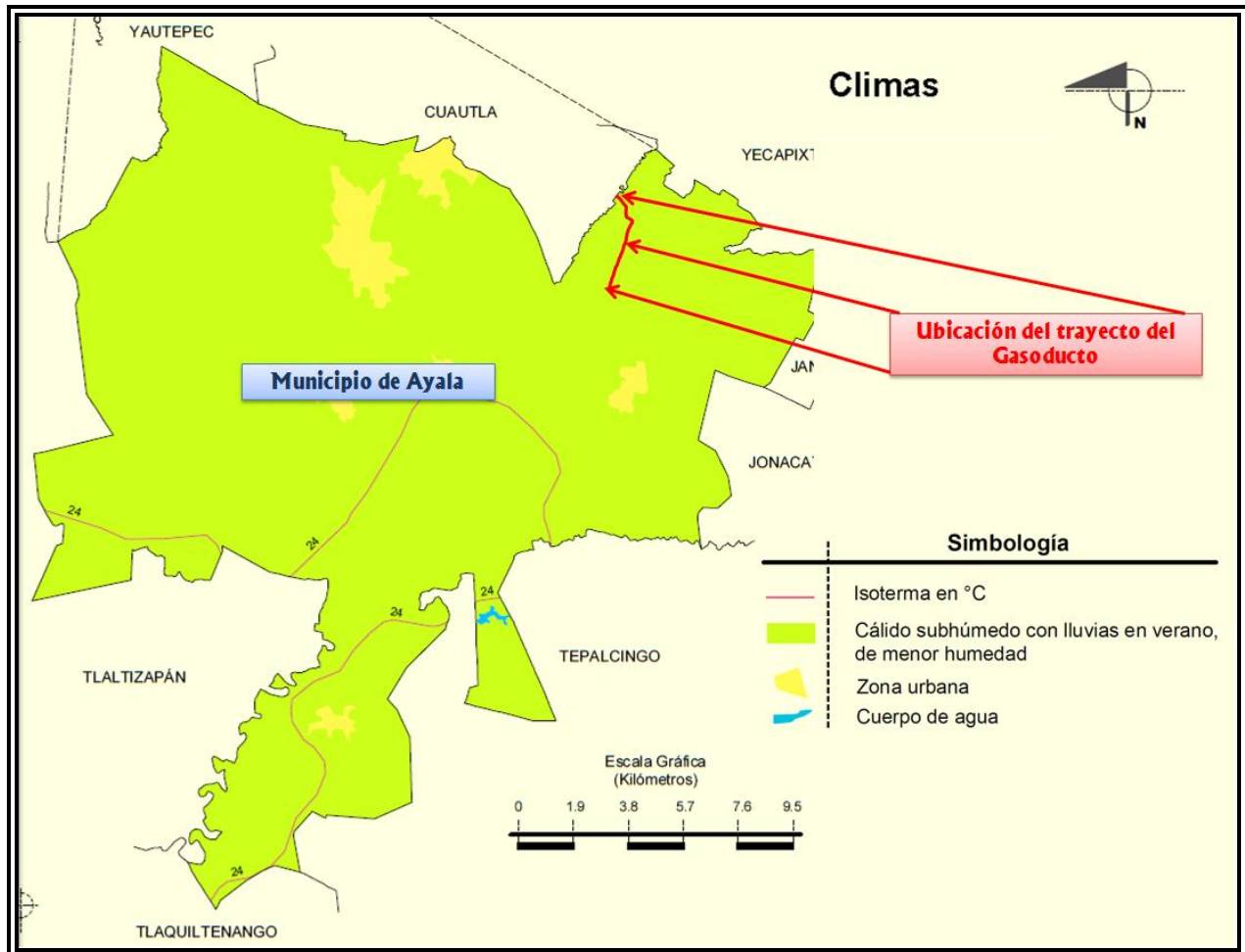


Figura III.2.1.6 Tipos de clima presentes en el trayecto correspondiente al gasoducto en el municipio de Yecapixtla.

Fuente: Prontuario de Información Geográfica Municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Municipio de Yecapixtla. Año 2009.



**Figura III.2.1.7** Tipos de clima presentes en el trayecto correspondiente al gasoducto en el municipio de Ayala.

Fuente: **Prontuario de Información Geográfica Municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Municipio de Ayala. Año 2009**

Como se aprecia en las figuras anteriores (**Figuras III.2.1.1 a la III.2.1.7**), el tipo de clima predominante en el derecho de vía donde se instalará el gasoducto es cálido subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad, con un rango de precipitación entre los 800 y 1 000 mm anuales, y temperatura anual desde los 18 hasta los 24°C.



### Fenómenos Climatológicos.

En los municipios donde se desarrolla el proyecto se presentan fenómenos climatológicos, tales como precipitaciones muy fuertes o en su caso la ausencia de éstas, en el estado de Morelos la presencia de fríos extremos en casi toda la época del año se registran en el municipio de Tetela del Volcán, por ser el municipio que presenta mayor altitud sobre el nivel del mar en comparación con otros municipios del estado.

### Información histórica de Fenómenos Climatológicos.

México ha sufrido los efectos de tormentas tropicales y ciclones en los últimos 10 años, provenientes tanto del Océano Atlántico como del Océano Pacífico, a continuación se presentan datos históricos de los eventos climatológicos ocurridos en el período del 2000 al 2008.

**Tabla III.2.1.2** Huracanes y tormentas tropicales registradas en México del 2000 al 2008.

Año	Océano	Nombre	Categoría en Impacto	Estados Afectados	
2008	Pacífico	Odile	TT	Guerrero, Michoacán y Colima	
		Norbert	H2	BCS, Sonora y Chihuahua	
	Atlántico	Marco	TT	Veracruz, San Luis Potosí, Hidalgo y Puebla	
	Pacífico	Lowell	DT	BCS, Sinaloa y Sonora	
	Atlántico	Dolly	TT	Quintana Roo, Yucatán, Tamaulipas, Nuevo León, Coahuila y Chihuahua	
	Pacífico	DT 5E	DT	Michoacán	
2007	Atlántico	Arthur	TT	Quintana Roo, Campeche y Tabasco	
	Atlántico	Lorenzo	H1	Veracruz, Puebla e Hidalgo	
	Pacífico	Henriette	H1	BCS y Sonora	
	Atlántico	Dean	H5	Quintana Roo, Campeche, Veracruz, Puebla, Hidalgo y Querétaro	
2006	Pacífico	Pacífico	Bárbara	TT	Chiapas
		Norman	DT	Colima, Michoacán y Jalisco	
		Lane	H3	Sinaloa y Colima	
2005	Atlántico	John	H2	BCS	
		Wilma	H4	Quintana Roo y Yucatán	
		José	TT	Veracruz, Puebla, Tlaxcala, Edo. México y D.F.	
		Gert	TT	Veracruz, San Luis Potosí, Tamaulipas y Nuevo León	
	Pacífico	Emily	H4	Quintana Roo, Yucatán, Tamaulipas y Nuevo León	
		Dora	TT	Guerrero, Michoacán y Colima	
		Atlántico	Cindy	DT	Quintana Roo y Yucatán
2004	Pacífico	Bret	TT	Veracruz, Tamaulipas, San Luis Potosí e Hidalgo	
		DT 16E	DT	Sinaloa	
		Lester	TT	Guerrero	
2003	Pacífico	Javier	DT	BCS y Sonora	
		Marty	H2	BCS, Sonora y Baja California	
2002	Atlántico	Ignacio	H2	BCS	
		Erika	H1	Tamaulipas, Nuevo León, Coahuila y Yucatán	
2001	Pacífico	Kenna	H4	Nayarit, Jalisco, Sinaloa, Durango y Zacatecas	
		Isidore	H3	Quintana Roo, Yucatán y Campeche	
2000	Pacífico	Juliette	H1	BCS, Sonora y Sinaloa	
2000	Atlántico	Keith	TT(H1)	Quintana Roo, Campeche, Tamaulipas, Nuevo León, San Luis Potosí y Veracruz	

H: Huracán





TT: Tormenta Tropical  
DT: Depresión Tropical

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional (SMN)  
Comisión Nacional del Agua (CNA)

A continuación se muestran las áreas más susceptibles a huracanes dentro del país (Ver Figuras III.2.1.8 y III.2.1.9).



Figura IV.2.1.8 Huracanes Moderados con impacto sobre México. Categorías I y II, durante el período de 1970 al 2008.



Figura III.2.1.9 Huracanes Intensos con impacto sobre México. Categorías III, IV y V, durante el período de 1970 al 2008.

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional (SMN)

De acuerdo a la Tabla III.2.1.2 y a las Figuras III.2.1.8 y III.2.1.9, se puede considerar que el área donde se ubicará el proyecto, no es susceptible de fenómenos climatológicos, tales como Huracanes y Tormentas Tropicales, ya que durante el período del año 2000 al 2008, no se registraron intemperismos de este tipo que afectarían al estado de Morelos.

### ❖ Geología y Geomorfología.

#### Características litológicas.

##### Estado de Morelos.

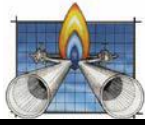
Existen solamente afloramientos de rocas ígneas y sedimentarias, las cuales son las más jóvenes y abundantes. Además las estructuras geológicas más notables son las constituidas por los aparatos volcánicos y sus grandes espesores de lava. Por lo anterior, el estado de Morelos queda comprendido en la mayor parte de su superficie por la provincia del Eje Neovolcánico.

##### – Eje Neovolcánico.

Esta provincia cubre la mayor parte del estado, desde el norte al sureste; limita al sur y occidente con la cuenca del Balsas, que es una subprovincia de la Sierra Madre del Sur.

##### *Estratigrafía*

Las rocas más antiguas en el Eje Neovolcánico dentro del estado de Morelos son las ígneas extrusivas de composición intermedia (andesitas), que afloran al oeste de Huitzilac y datan probablemente del Terciario Medio; simultáneamente a estas rocas aflora al noroeste de Tepalzingo un pequeño cuerpo intrusivo.



Sobreyaciendo a las rocas intermedias afloran rocas sedimentarias clásticas (areniscas-conglomerado), así como un complejo volcánico constituido por diferentes tipos de rocas ígneas, como son: riolitas, tobas, brechas volcánicas y basaltos.

#### *Geología económica*

En la provincia del Eje Neovolcánico se realiza la explotación del yacimiento de origen hidrotermal que existe en el estado. Del cual se extraen minerales metálicos como sulfuros de plata y plomo. Este yacimiento se encuentra localizado en la población de Huautla, y se presenta en forma de vetas, las cuales tienen forma de rocas andesíticas terciarias y tienen longitudes de aproximadamente 900 x 1 m de espesor.

Los materiales volcánicos que abundan en esta provincia, son en su mayoría susceptibles de aprovechamiento y suelen ser utilizados como material de construcción; entre los que destaca el tezontle, que se explota en numerosos bancos y se usa en acabados de obras y vías terrestres, así como en el agregado de concretos ligeros en la fabricación de tabicón.

**Fuente: Instituto Nacional de Geografía y Estadística. (INEGI)**

A continuación se presenta un mapa representativo de las características geológicas existentes dentro del estado de Morelos (**Ver Figura III.2.1.10**).







El 53,32% del territorio del municipio de Cuernavaca se localiza en el Eje Neovolcánico, y el 46,68% dentro de la Sierra Madre del Sur. Las formaciones geológicas que se presentan en la región donde se ubica el municipio, son de los periodos Cretácico y Cuaternario, predominando las rocas ígneas extrusivas, basaltos, andesitas y tobas, así como las rocas sedimentarias, areniscas, conglomerados, calizas, lutitas y las rocas piroclásticas o materiales cineríticos.

**Tabla III.2.1.3** Características Litológicas del municipio de Cuernavaca.

Clasificación Litológica	Tipo de Roca	Porcentaje de Superficie (%)
Sedimentaria	Arenisca-conglomerado	44,08
	Brecha sedimentaria	1,13
Ígnea Extrusiva	Basalto	5,72
	Andesita	5,66
	Basalto-brecha volcánica básica	5,42

Fuente: Prontuario de Información (INEGI). Municipio de Cuernavaca.

#### Municipio de Jiutepec.

Este municipio se localiza en la provincia del Eje Neovolcánico con un porcentaje del 28,96% de su superficie, ya que el resto (71,04%) se localiza en la provincia de la Sierra Madre del Sur. Por otra parte, cuenta con una variedad de rocas como calizas y lutita arenisca (sedimentarias), así como basaltos (ígneas extrusivas), las cuales datan de los periodos Cretácico y Cuaternario.

**Tabla III.2.1.4** Características Litológicas del municipio de Jiutepec.

Clasificación Litológica	Tipo de Roca	Porcentaje de Superficie (%)
Sedimentaria	Caliza	12,88
	Lutita arenisca	4,56
Ígnea Extrusiva	Basaltos	8,23

Fuente: Prontuario de Información (INEGI). Municipio de Jiutepec.

#### Municipio de Yautepec.

El municipio se localiza en la parte centro-norte del estado de Morelos, con el 59,49% de su superficie dentro de la provincia del Eje Neovolcánico y el 40,51% de la misma dentro de la Sierra Madre del Sur.

La litología del municipio es muy variada, por lo que a continuación se indican los tipos de roca presentes en el municipio de Yautepec. (Ver **Tabla III.2.1.5**).

**Tabla III.2.1.5** Características Litológicas del municipio de Yautepec.



Clasificación Litológica	Tipo de Roca	Porcentaje de Superficie (%)
Sedimentaria	Caliza	23,47
	Conglomerado	5,94
	Arenisca-conglomerado	1,37
	Brecha sedimentaria	0,42
	Lutita-arenisca	0,29
Ígnea Extrusiva	Basalto	14,55
	Toba intermedia	0,93
	Basalto-brecha volcánica básica	0,64
	Brecha volcánica básica	0,42
	Andesita	0,16
	Toba básica brecha volcánica básica	0,03

Fuente: Prontuario de Información (INEGI). Municipio de Yautepec.

#### Municipio de Tlayacapan.

El 100% de la superficie de este municipio se localiza en el área correspondiente a la provincia del Eje Neovolcánico; las rocas existentes dentro del territorio municipal, datan de los periodos Cuaternario y Neógeno, de las cuales se identifican principalmente:

Ígnea extrusiva: Basalto (44,69%), toba intermedia (7,11%), basalto-brecha volcánica básica (4,16%), toba básica (1,49%) y brecha volcánica básica (1,17%).

Sedimentaria: Brecha sedimentaria (15,4%).

Fuente: Prontuario de Información (INEGI). Municipio de Tlayacapan.

#### Municipio de Cuautla.

Al igual que el municipio de Tlayacapan, la superficie territorial del municipio de Cuautla se localiza en su 100% dentro de la provincia del Eje Neovolcánico, además cuenta con rocas que datan de los periodos Cuaternario, Neógeno y Cretácico del tipo:

Sedimentaria: Arenisca-conglomerado (18,88%), caliza (6,42%) y lutita-arenisca (1,34%).

Ígnea Extrusiva: Basalto-brecha volcánica básica (2,68%) y toba básica-brecha volcánica básica (0,72%).

Fuente: Prontuario de Información (INEGI). Municipio de Cuautla.

#### Municipio de Yecapixtla.

El municipio de Yecapixtla tiene una litología muy variada, en la cual se presentan rocas que datan de los periodos Neógeno y Cuaternario, principalmente. El territorio municipal se localiza en su totalidad dentro de la provincia del Eje Neovolcánico, en el cual podemos encontrar clasificaciones de rocas tipo:

Sedimentarias: Arenisca-conglomerado (76,31%).

Ígnea extrusiva: Toba básica-brecha volcánica básica (14,84%), basalto-toba básica (1,04%), basalto (0,69%) y brecha volcánica básica (0,64%).

Fuente: Prontuario de Información (INEGI). Municipio de Yecapixtla.

#### Municipio de Ayala.



Este municipio se localiza en la parte centro del estado de Morelos, con el 67,77% de su superficie dentro de la provincia del Eje Neovolcánico y el 32,23% de la misma dentro de la Sierra Madre del Sur. Las rocas localizadas en este municipio datan de los períodos Neógeno, Paleógeno, Cretácico, Cuaternario y Terciario, y son clasificación del tipo:

*Sedimentaria:* Arenisca-conglomerado (20,72%), caliza (19,8%), conglomerado (18,29%) y lutita-arenisca (2,39%).

*Ígnea extrusiva:* Andesita-toba intermedia (8,11%), toba ácida (4,85%), toba básica brecha volcánica básica (1,75%), volcanoclástico (0,62%) y brecha volcánica básica (0,29%).

*Ígnea intrusiva:* Pórfido andesítico (0,49%).

*Metamórfica:* Skarn (1,32%).

Fuente: Prontuario de Información (INEGI). Municipio de Ayala.

De acuerdo a lo anterior y en base a la **Figura III.2.1.11**, el derecho de vía del gasoducto principal, estará localizado en áreas donde los tipos de roca son principalmente de la clase sedimentaria, donde se pueden encontrar rocas tipo areniscas, calizas, conglomerado y lutitas, así como en algunos casos combinaciones entre algunas de ellas. Cabe mencionar, que el gasoducto se ubicará dentro de zonas urbanas, las cuales están creciendo sobre suelos, donde existen rocas ígneas extrusivas del Cuaternario y rocas sedimentarias del Paleógeno, principalmente.

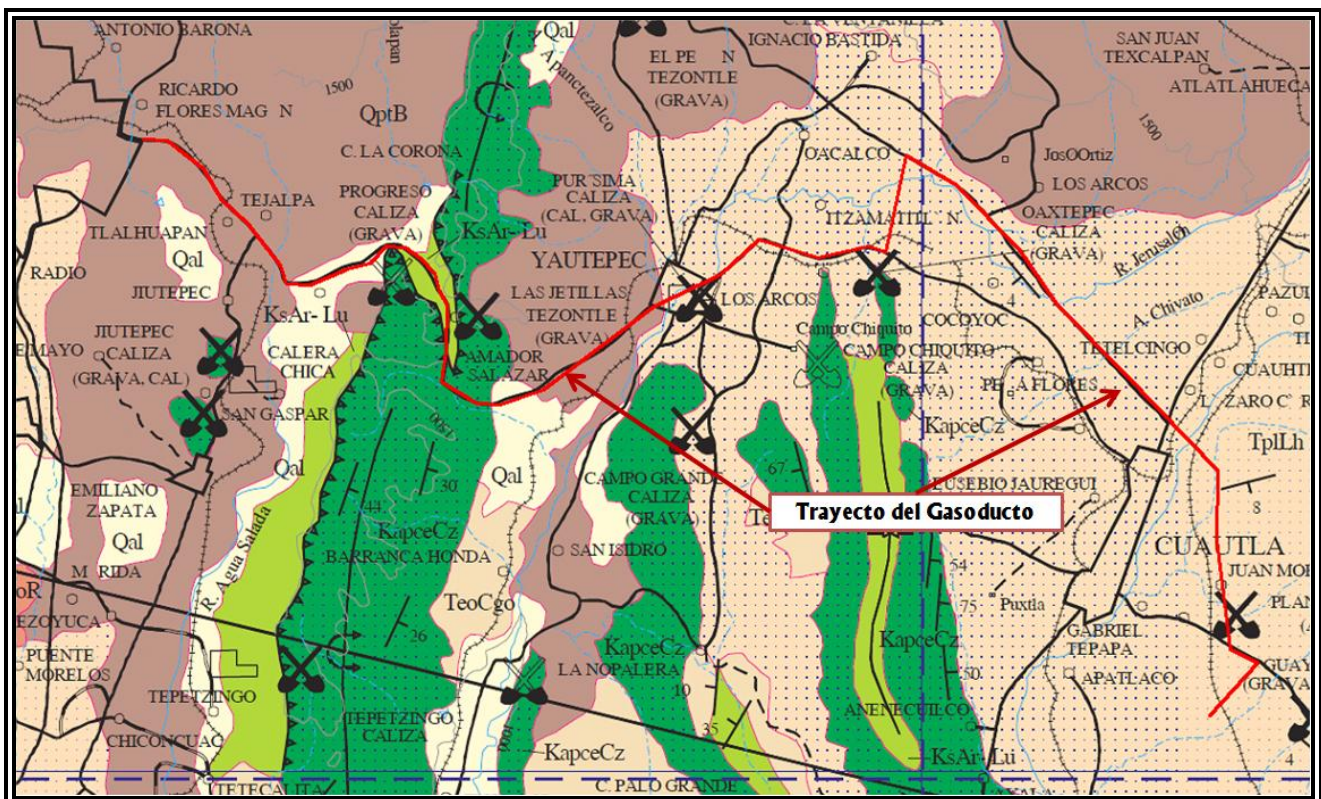


Figura III.2.1.11 Croquis Geológico de la zona donde se ubicará el Gasoducto.

Fuente: Carta Geológico-Minera, Cuernavaca E14-5. Servicio Geológico Mexicano (SGM)

### Características Geomorfológicas y del Relieve.



### Municipio de Cuernavaca.

El municipio de Cuernavaca tiene una prolongación de los cerros del Ajusco que forman lomeríos, cuyo tamaño depende de la dirección que tienen las principales barrancas que lo cruzan, como son: la barranca del Tecolote, la del Túnel o del Diablo y la loma de Amanalco. La loma occidental es una prolongación de los cerros de Tetela y Atzingo, que forman una serie de columpios que terminan en la barranca del Salto. Por otra parte, las principales alturas son: los cerros de Zempoala y del Campanario, mismos que conforman la serranía de Chalma y Ocuila. Al oriente se tiene la serranía de Tepoztlán y el cerro de la Herradura. Además, se presentan tres formas de relieve; zonas accidentadas que cubren el 24,2% del terreno, al centro, al oeste y norte del municipio; zonas semiplanas con una extensión del 70,7% del terreno, al centro-oriente del municipio; y las zonas planas que abarcan el 5,1% del terreno, al sureste y suroeste del municipio.

**Fuente: Gobierno municipal de Cuernavaca. Página Web.**

### Municipio de Jiutepec.

El terreno en su mayoría es plano, sin embargo, en el norte se presenta una zona accidentada del relieve, caracterizado por la presencia de rocas erosionadas de origen volcánico, en un ambiente árido conocido con el nombre de Texcal de Tejalpa; en las depresiones de lava se encuentra la laguna de Acolapan, las aguas se resumen en el mismo lugar y afloran en una grieta basáltica en San Gaspar.

**Fuente: Gobierno municipal de Jiutepec. Página Web.**

### Municipio de Yautepec.

Al oriente del municipio está la cordillera del cerro de la Tetillas que alcanza en algunos puntos los 1 634 m de altura, así mismo, se encuentra el cerro del Pericón con 1 500 m de altura; al sur se localiza el cerro de Montenegro de 1 600 m; al poniente el cerro de la Iglesia Vieja con 1 200 m y el cerro de Calderón que separa los valles de Amilpa y de Yautepec.

Las zonas accidentadas cubren el 15% del territorio al poniente y al sur del municipio; las zonas semiplanas abarcan el 25% en dirección norte, poniente y parte del sur, y las zonas planas en el centro del municipio con el 60% de la superficie total del mismo.

**Fuente: Gobierno municipal de Yautepec. Página Web.**

### Municipio de Tlayacapan.

El municipio se encuentra rodeado por una cadena de cerros; en el sur se encuentra ubicado el cerro de la Ventanilla, el Sombrero o Yacatl (nariz); en el Oeste, el cerro de Huixtlalzink, Tlatoani y el Zualopapalozink (mariposita señora), el más alto tiene 505 m de altura; en el Noroeste, el cerro de Tezontlala, Cuitlazimpa y Tepozoco; y en el Norte, la loma de la Amixtepec, a una altura de 1 630 metros sobre el nivel del mar (msnm).

**Fuente: Gobierno municipal de Tlayacapan. Página Web.**

### Municipio de Cuautla.

En el municipio de Cuautla se presentan tres formas características de relieve, que son las accidentadas en la parte sur y poniente del municipio, conformadas por cerros aislados en dichas zonas; las semiplanas en el oriente, compuestas por los lomeríos que ahí se encuentran; y las zonas planas en la parte centro-norte y sur, ocupando más del 60% de la superficie total del municipio.

**Fuente: Gobierno municipal de Cuautla. Página Web.**

### Municipio de Yecapixtla.





El municipio forma parte de las depresiones del sistema orográfico del Volcán Popocatepetl, bajando desde los 5 492 m que es la cima del mismo. La máxima altura dentro del municipio de Yecapixtla es el cerro de Achichipico que tiene 2 110 m de altura y el cerro del Mirador con 1 882 m.

Fuente: [Gobierno municipal de Yecapixtla. Página Web.](#)

#### *Municipio de Ayala.*

El municipio forma parte de los fértiles valles del Plan de Amilpas, los cerros más importantes son El Matitica, El Aguacate, El Jumil y el Cerro Prieto, que alcanzan una altura de 1 500 m sobre el nivel del mar. Además existe una llanura formada por la cuenca hidrológica del río Cuautla. Al oriente se ubican los cerros de la Iglesia Vieja de Tlayecac y el llamado San Juan Jaloxtoc.

Fuente: [Gobierno municipal de Ayala. Página Web.](#)

En lo que respecta a la ubicación del derecho de vía del gasoducto principal, se encuentra que pasará por algunas zonas donde la geomorfología y el relieve de las mismas es muy accidentado, ya que en el municipio de Yautepec se localiza el Cañón de Lobos, y en los municipios de Yecapixtla y Cuautla la Barranca Santa María.

#### *Presencia de Fallas y Fracturamientos.*

De acuerdo a los datos del INEGI y como se aprecia en la **Figura III.2.1.12**, dentro del derecho de vía del gasoducto principal, en los límites del municipio de Jiutepec y Yautepec se localiza una falla del tipo inversa inferida, la cual se caracteriza por la compresión de las placas tectónicas, sin embargo, de acuerdo a los datos históricos del Servicio Sismológico Nacional (SSN) de la UNAM, no se han registrado sismos en la zona donde se ubica dicha fractura.

Fuente: [Instituto Nacional de Geografía y Estadística \(INEGI\)](#)

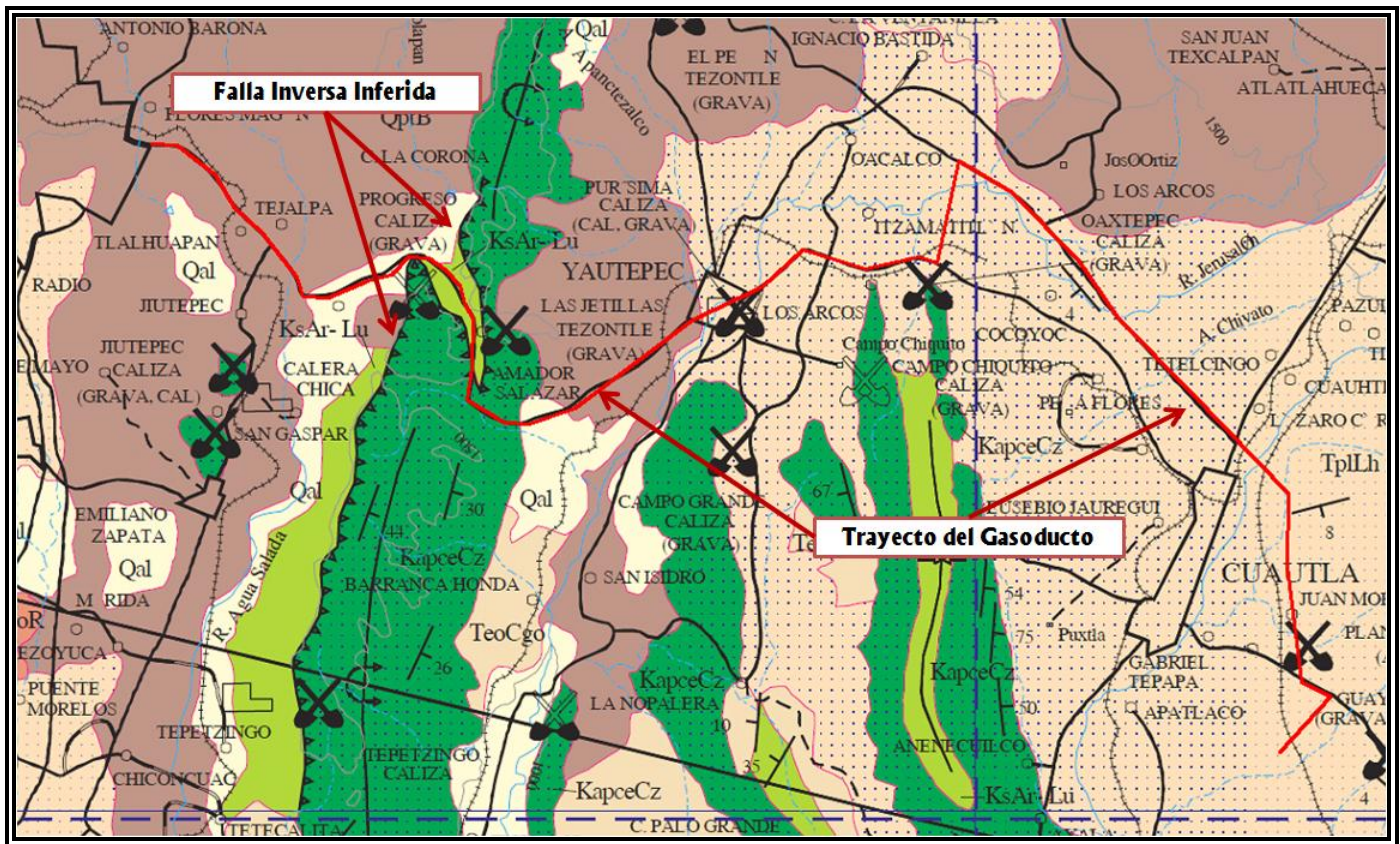


Figura III.2.1.12 Croquis Geológico de la zona donde se ubicará el Gasoducto, apreciándose la presencia de una falla geológica en el derecho de vía del mismo.

Fuente: Carta Geológico-Minera, Cuernavaca E14-5. Servicio Geológico Mexicano (SGM)

### **Susceptibilidad de la zona.**

Como se describió anteriormente, el estado de Morelos no ha sufrido daños por la llegada de huracanes en los últimos 10 años, por lo que de acuerdo a estos datos se considera que la zona donde se ubicará el derecho de vía no es susceptible a inundaciones causadas por fenómenos climatológicos, tales como Huracanes o Tormentas Tropicales, principalmente.

Sin embargo, el estado de Morelos ha sido abatido por fenómenos sísmicos, los cuales han ocasionado afectaciones menores a la población y a la infraestructura del estado, debido a la baja magnitud de los mismos. A continuación se presentan los sismos registrados desde el año 2006 a la fecha (Ver Tabla (III.2.1.6)).



Tabla III.2.1.6 Sismos registrados en el estado de Morelos.

Fecha	Profundidad (Km)	Escala	Zona
25 de Enero del 2007	14	3,8	9 Km al Noreste de Tepoztlán
20 de Junio del 2007	1	3,7	6 Km al Sureste de Yecapixtla
25 de Noviembre del 2007	2	3,8	6 Km al Noroeste de Xoxocotla
19 de Abril del 2008	5	3,3	13 Km al Noroeste del Puente de Ixtla
02 de Enero del 2009	5	3,7	4 Km al Norte de Yecapixtla
08 de Enero del 2009	6	3,6	16 Km al Suroeste del Puente de Ixtla
15 de Agosto del 2009	20	3,3	7 Km al Noroeste de Xoxocotla
26 de Octubre del 2009	32	3,3	4 Km al Noreste de Yecapixtla
26 de Noviembre del 2009	60	3,6	15 Km al Sureste del Puente de Ixtla
08 de Enero del 2010	5	3,2	3 Km al Este de Cuernavaca
10 de Febrero del 2010	13	3,2	3 Km al Noroeste del Puente de Ixtla
26 de Junio del 2011	20	3,3	9 Km al Noroeste de Tepoztlán

Fuente. Servicio Sismológico Nacional (SSN)

En base a la tabla anterior, se observa que en los últimos 5 años se han registrado un total de 12 sismos, de los cuales, de acuerdo a lo que establece el Servicio Sismológico Nacional (SSN), 6 de ellos con magnitud menor a 3,5 lo cual produce movimientos sísmicos que generalmente no se sienten, por lo que no causan daños a la población ni a la infraestructura de la zona donde se generan; así mismo, los otros 6 restantes son sismos con magnitud mayor a 3,5, que de acuerdo al SSN son fenómenos que a menudo se sienten, y solo causan daños menores a la población e infraestructura presente en la zona donde se generan. Por lo que se considera que el estado de Morelos, es un territorio susceptible a movimientos sísmicos, sin embargo, no se han registrado fenómenos que hayan causado afectaciones graves a la población del estado.

Cabe mencionar, que los registros de los sismos indicados en la **Tabla III.2.1.6**, son fenómenos registrados fuera del derecho de vía donde se instalará el gasoducto principal, por lo que se puede considerar que dicha área no es susceptible a sismicidad.

En cuanto a la susceptibilidad de la zona a erupciones volcánicas, cabe mencionar que el derecho de vía que se ubicará en los municipios de Cuautla y Yecapixtla, cae dentro de la zona de peligros del Volcán Popocatepetl, ya que en caso de presentarse erupciones volcánicas muy grandes, los municipios antes mencionados se verían afectados por la caída de materiales volcánicos, en específico por arena volcánica.

Fuente: Mapa de Peligros del Volcán Popocatépetl. CENAPRED.

#### ❖ **Suelos.**

##### **Tipos de suelo.**

En el aspecto edafológico de la zona donde se ubicará el derecho de vía del gasoducto principal, este se localizará en suelos del tipo *Vertisol*, los cuales son aquellos suelos donde hay un alto contenido de arcilla expandida, la cual forma profundas grietas en las estaciones secas, así mismo, también se localizan suelos tipo *Phaeozem*, los cuales son característicos por poseer una marcada acumulación de materia orgánica y ser aptos para las actividades de agricultura. Otro tipo de suelo presente en el derecho de vía del gasoducto principal, es el Andosol, el cual agrupa suelos de origen volcánico de colores oscuros y muy porosos, ya que se desarrollan a partir de cenizas y otros materiales volcánicos ricos en elementos vítreos.



Tabla III.2.1.7 Tipos de suelo localizados en los municipios donde se ubicará el proyecto.

Municipio	Tipo de Suelo
Cuernavaca	<i>Phaeozem</i> (25,17%), <i>Andosol</i> (18,91%), <i>Luvisol</i> (17,9%) y <i>Vertisol</i> (0,03%).
Jiutepec	<i>Leptosol</i> (21,52%) y <i>Phaeozem</i> (9,47%).
Yautepec	<i>Leptosol</i> (31,88%), <i>Vertisol</i> (27,32%), <i>Phaeozem</i> (15,57%), <i>Andosol</i> (5,46%), <i>Kastañozem</i> (1,76%), <i>Regosol</i> (0,82%) y <i>Arenosol</i> (0,07%).
Tlayacapan	<i>Regosol</i> (43,46%), <i>Andosol</i> (33,01%), <i>Vertisol</i> (9,08%), <i>Phaeozem</i> (5,06%) y <i>Leptosol</i> (3,32%).
Cuatla	<i>Vertisol</i> (44,62%), <i>Leptosol</i> (8,0%), <i>Andosol</i> (5,41%) y <i>Arenosol</i> (4,83%).
Yecapixtla	<i>Vertisol</i> (38,20%), <i>Andosol</i> (19,26%), <i>Regosol</i> (16,08%), <i>Arenosol</i> (13,25%) y <i>Durisol</i> (8,15%).
Ayala	<i>Vertisol</i> (34,55%), <i>Leptosol</i> (33,45%), <i>Kastañozem</i> (12,15%), <i>Phaeozem</i> (10,03%), <i>Chernozem</i> (4,8%) y <i>Regosol</i> (1,28%).

Fuente: Pronuarios de información municipales. INEGI

#### ❖ **Hidrología Superficial y Subterránea.**

##### **Hidrología Superficial.**

###### Estado de Morelos.

Los recursos hidrológicos con que cuenta el estado de Morelos, incluyen a las fuentes de agua superficial y subterránea. Entre las primeras, se encuentran los ríos, arroyos y cuerpos de agua, como son lagos y presas. Las fuentes de agua subterránea comprenden el agua que se infiltra y se almacena en los materiales porosos y permeables del subsuelo. El agua subterránea puede circular lentamente a través de estos materiales, y eventualmente aflorar a la superficie en forma de manantiales.

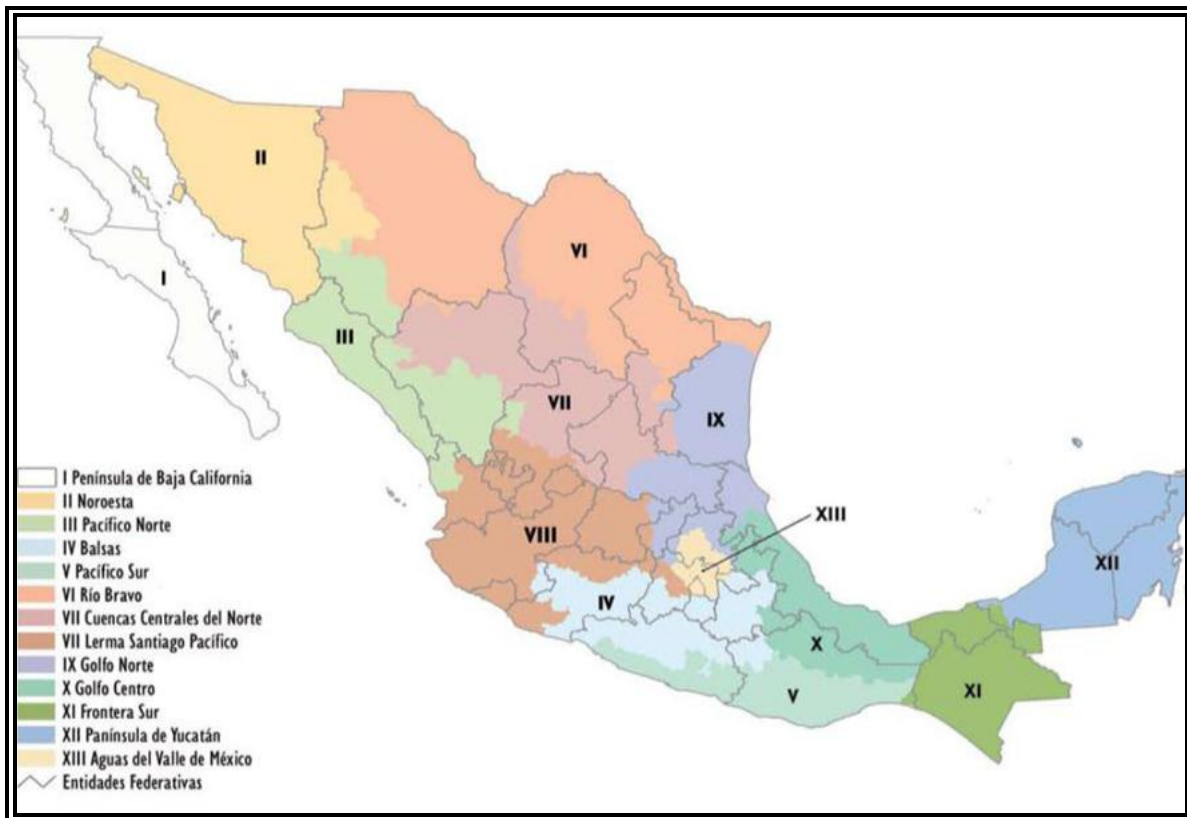
Actualmente la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) considera que las cuencas hidrológicas son las unidades básicas de gestión de los recursos hídricos, y ha dividido el país en 13 Regiones Hidrológico-Administrativas, con el fin de administrar y preservar las aguas nacionales.

Dichas regiones están conformadas por agrupaciones de cuencas, respetando los límites municipales para la integración de la información socioeconómica.

En la cuenca hidrológica se considera la forma en la que escurre el agua en la superficie (cuencas hidrográficas) y en el subsuelo (acuíferos). En base a esto, las 718 cuencas hidrográficas en las que está dividido el país se encuentran agrupadas en 37 regiones hidrológicas, que a su vez se encuentran dentro de las 13 Regiones Hidrológico-Administrativas (**Ver Figura III.2.1.13**).

El estado de Morelos forma parte de la Región Hidrológica del Río Balsas, la cual pertenece a la Región Hidrológico-Administrativa No. IV Balsas. A su vez, los municipios donde se ubicará el proyecto se localizan en su totalidad dentro de la cuenca del Río Grande de Amacuzac, la cual se divide en subcuencas de los Ríos Yautepec, Apatlaco, Cuatla y Río Bajo Amacuzac.





**Figura III.2.1.13** Regiones Hidrológico–Administrativas del Territorio Nacional, establecidas por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

Fuente: Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

#### Municipio de Cuernavaca.

Los cauces formados en épocas de lluvias en las barrancas de Minaltepec, Ajomulco y Los Caldos con la cascada de San Antón, Los Pocitos, del Pollo y del Chiflón, forman el río de Cuernavaca; los cauces de Tepoztlán y Mexicapa, forman el río Tembembe; otras corrientes son las de las barrancas de las Canoas, que cruzan a Tetela del Monte y se unen a las de Atzingo; la del Tecolote que forma el Salto de San Antón; la Amanalco que desemboca en el río de Apatlaco; la de los Otates; la de Santa Úrsula desembocando en el río de Tetlama y la del Muerto que nace en Ahuatepec y atraviesa la Col. Flores Magón de la Ciudad de Cuernavaca.

Los manantiales con que cuenta este municipio son: Atzingo, el Túnel de Santa María, Sanguijuela, Huitzilac, Axomulco, el de Chapultepec y la Noria de Chamilpa.

Fuente: Gobierno municipal de Cuernavaca. Página Web.

#### Municipio de Jiutepec.

El municipio de Jiutepec es atravesado por una corriente que nace dentro del municipio de Tepoztlán, pasa por el puente de Tejalpa y se incorpora a Navajillas, recoge también agua de las fuentes de San Gaspar; en el pueblo de Jiutepec hay un pequeño cause que se forma en el cerro del mismo nombre.

En Jiutepec se localiza una buena parte de la reserva ecológica del Texcal, que es el depósito de agua más importante del estado y que por sus características biológicas requiere de un margen de conservación amplio, impidiendo descargas que pudieran agravar el problema de contaminación y disminuir los impactos negativos al paisaje de dicha reserva.



**Tabla III.2.1.8** Rasgos hidrográficos del municipio de Jiutepec.

<b>Región hidrológica</b>	Cuenca de Amacuzac
<b>Ríos</b>	Río Apatlaco
<b>Arroyos</b>	San Gaspar
<b>Cuerpos de agua</b>	Laguna de Ahueyapan y Laguna Seca
<b>Manantiales</b>	Las Fuentes, Ojo de Agua y Cuauchiles
<b>Barrancas</b>	Analco y la Gachupina

Fuente: Plan de Desarrollo Municipal 2009-2012.

#### Municipio de Yautepec.

El municipio forma parte de la cuenca Río Grande Amacuzac que a su vez se conforma por dos subcuencas, la del río Cuautla y río Yautepec, además pertenece a tres microcuencas que se recargan en la parte norte y fluyen hacia el sur del municipio.

Cuenta con el río de Yautepec, que nace en los manantiales de Oaxtepec y recibe derrames de algunas corrientes fluviales, tales como la de Tlayacapan y la de Totolapan; cruza la cabecera municipal y se une con el río de Tepoztlán, pasa por las haciendas de Atribuyan y Xochimancas, y al entrar al municipio de Tlaltizapán cambia de nombre por el de Higuérón.

Entre los arroyos de caudal permanente más importantes del municipio están el Atongo, el de la Barranca del Esconde, el Huasosoycan y La villa, al sur del municipio. También existen caudales intermitentes como El Ignacio Bastida, El Itzamatitlán y la barranca del Bosque de aguas frías potables, además del manantial de aguas sulfurosas de Oaxtepec. Existen tres bordos y 34 pozos para extracción de agua.

Fuente: Gobierno municipal de Yautepec. [Página Web.](#)

#### Municipio de Tlayacapan.

El municipio de Tlayacapan carece de ríos y arroyos naturales, solo cuenta con las corrientes de las barrancas que descienden de la cordillera Neovolcánica; como arroyo de caudal temporal están los llamados: Tepanate, Chicotla, Huiconchi (Tlacuiloloapa), la de la Plaza y Santiago. Se cuenta además con Jagüeyes considerados como ollas para almacenar agua.

Fuente: Gobierno municipal de Tlayacapan. [Página Web.](#)

#### Municipio de Cuautla.

El río Cuautla es el único que cruza el municipio y es alimentado por los escurrimientos del Popocatepetl conformando arroyos permanentes que se concentran al noreste, donde se forma el río Cuautla y cruza el municipio en dirección sureste. Existen dos bordos, uno en Tetelcingo y el otro en Calderón, así mismo, siete pozos para extracción de agua diseminados en el municipio. Además cuenta con una corriente hidrológica encargada de regar los campos del poniente de la entidad.

Fuente: Gobierno municipal de Cuautla. [Página Web.](#)



### Municipio de Yecapixtla.

Los recursos hidrográficos del municipio de Yecapixtla están formados por una serie de escurrimientos, que en forma permanente bajan a las estribaciones del Popocatepetl. Las formaciones de toba volcánica y de extractos de basalto, hacen que este municipio presente barrancas muy profundas como la propia de Yecapixtla, que nace en el Estado de México y pasa por Zahuatlán y Mexquemeca; esta barranca tiene una cuenca hidrológica muy grande, a la cual se le unen las corrientes de Matlama o Chalco, las cuales forman el río Cuautla. En la parte sur es atravesada por la corriente de Los Arcos o de Ortiz, que tiene su nacimiento en el pueblo de Ocuituco, atraviesa el de Yecapixtla y forma la gran corriente del Malpaso, también conocida como de la Cuera. Otra corriente es la del Negro, que nace también en el municipio de Ocuituco y atraviesa el poblado de Huesca.

**Fuente: Gobierno municipal de Yecapixtla. Página Web.**

### Municipio de Ayala.

A este municipio lo atraviesa el río Cuautla, que nace en los manantiales de Pazulco y riega las tierras de los pueblos de Apatlaco, a la altura de Villa de Ayala recibe el nombre de río Cuautla; el único afluente de importancia es el río Ayala, éste nace en los ojos de agua de Casasano y en la barranca de Xochimilcatzingo y recibe los derrames de El Hospital, de Calderón, de Anenecuilco, y se junta con el río Cuautla. Sigue hacia el sur y atraviesa el pueblo del Olin-tepec, y más abajo de Moyotepec recibe las aguas de la barranca de Ahuehueyo.

En la parte oriental del municipio de Ayala, cruza el río La barranca de la Cuera, que pasa por el poblado de Tlayecac, sigue hacia el sur pasando por el poblado de Jaloxtoc, y aguas abajo se une con el río Cuautla. Este río tiene carácter de temporal, pero cubre una amplia cuenca hidrográfica, ya que aporta aguas desde Tetela del Volcán y se le unen las corrientes de las barrancas de Malpaso, de Tezongo y la de Ortiz; en esta última se une con el río Cuautla en Tecomalco.

**Fuente: Gobierno municipal de Ayala. Página Web.**

Cabe mencionar, que las actividades a realizar en las diferentes etapas del proyecto para la instalación del Gasoducto, no generar contaminación alguna hacia los cuerpos de agua superficiales localizados en los municipios donde se ubicará, ya que los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) que serán generados durante la instalación y operación del Gasoducto principal, serán debidamente recolectados y dispuestos conforme a la normatividad municipal correspondiente. Así mismo, los cuerpos de agua no se verán afectados por las actividades que se realizarán para la puesta en marcha del proyecto, ya que ninguno de ellos se localiza en su área de influencia, a excepción del Río Yautepec ubicado dentro del municipio del mismo nombre, el Río Cuautla que atraviesa por la ciudad denominada con el mismo nombre y el Río Fondo Rocosó, ubicado a las afueras de la ciudad de Cuautla; los cuales cruzan por el derecho de vía del Gasoducto, sin embargo, éstos no se verán afectados por las actividades de preparación del sitio como lo son, la construcción y operación del gasoducto, ya que serán atravesados subterráneamente por medio del método de perforación direccional (Método descrito en el punto **II.2.4 Etapa de Construcción**).



### **Hidrología Subterránea.**

Debido a la altitud y permeabilidad de las rocas, las principales zonas de recarga de los acuíferos del estado de Morelos, se localizan en las sierras del Chichinautzin, Zempoala y Nevada. En ellas afloran derrames lávicos fracturados, intercalados con depósitos piroclásticos semiconsolidados. La dirección predominante del flujo del agua subterránea es norte-sur y norte-suroeste. Otra zona de recarga menos importante, se ubica en el complejo oligomiocénico volcánico del sur de Morelos, integrada por rocas ígneas extrusivas que corresponden a las sierras de San Gabriel, Tilzapotla y Huautla. El norte, sur, y la zona centro del estado de Morelos son zonas de recarga y descarga, con la presencia de una depresión relativa en el suroeste de la entidad, hacia la que fluyen la mayoría de los escurrimientos superficiales y subterráneos. En Morelos existen cuatro acuíferos alojados en los valles de Cuernavaca, Cuautla-Yautepec, Axochiapan-Tepalcingo y Zacatepec.

El acuífero del valle de Cuernavaca se forma por zonas de recarga y descarga, un acuífero superior, un paquete de formaciones confinantes y un acuífero profundo. El grupo Chichinautzin y la formación Cuernavaca constituyen el acuífero superior. El grupo Balsas y las formaciones Tepoztlán y Mexcala, actúan como confinantes. Las formaciones Cuautla y Morelos forman el acuífero inferior. La formación Tepoztlán constituye una barrera al flujo subterráneo que circula en las rocas del grupo Chichinautzin, propiciando su división, una parte fluye hacia el acuífero Cuautla-Yautepec y otra rumbo al valle de Cuernavaca.

La formación Tlayecac, ubicada en el Popocatepetl, integra la zona de recarga principal de los acuíferos del valle de Cuautla-Yautepec y del valle de Axochiapan-Tepalcingo; la Riodacita Popocatepetl y el grupo Balsas, forman barreras al flujo de agua que circula a través de la formación Tlayecac, desviándolo hacia el este y oeste, rumbo a los acuíferos mencionados. La mayor parte de la recarga del acuífero del valle de Cuautla-Yautepec, proviene de las formaciones basálticas que se encuentran en el abanico comprendido entre los poblados de Tlayacapan y Yecapixtla; otra parte de la recarga aunque no tan cuantiosa, parece provenir de la zona que se encuentra al sur de este último poblado. El flujo proveniente de las zonas mencionadas fluye en su mayor parte hacia la zona de Cuautla, donde se le une el flujo procedente del sur de Yecapixtla, para drenar hacia el río Cuautla. La parte restante de la descarga fluye hacia el río Yautepec.

El acuífero del valle de Zacatepec, presenta varias unidades litoestratigráficas, con comportamientos geohidrológicos específicos, entre los que destaca el del grupo Chichinautzin, dentro del cual se ubican la mayoría de los manantiales con los más altos caudales, y el grupo Balsas que tiene un comportamiento geohidrológico variable, ya que sus materiales volcánicos son permeables mientras que los de tipo calcáreo son impermeables. Este acuífero se forma por zonas de recarga y descarga, un acuífero superior, un paquete de formaciones confinantes y un acuífero profundo. La zona de recarga está localizada en rocas ígneas extrusivas terciarias del grupo Buenavista y la Riolita Tilzapotla que corresponden a las sierras de San Gabriel y Tilzapotla. La zona de descarga se ubica en el valle mencionado en materiales sedimentarios de las formaciones Cuautla y Morelos. El grupo Balsas y la formación Mexcala actúan como confinantes de los acuíferos superior y profundo, integrados por la formación Cuernavaca y el grupo Balsas respectivamente.

**Fuente: Comisión estatal de agua y Medio Ambiente. CEAMA**

En cuanto a la realización de las actividades del proyecto, cabe mencionar que los acuíferos presentes en su zona de influencia, tales como el acuífero del valle de Cuernavaca y el de Cuautla-Yautepec, no se verán afectados por las actividades de preparación del sitio, construcción y operación del Proyecto, ya que si bien, se realizará un zanja para la instalación del Gasoducto principal, la trinchera no tendrá una profundidad mayor a los 1,5 m, y en cuanto a las perforaciones direccionales, éstas solo se





realizarán en aquellos puntos donde se pretenda salvar el paisaje natural, por lo que dichas obras no representarán un alto riesgo para los acuíferos existentes en la zona de influencia del proyecto.

### III.2.2 Aspectos Bióticos

#### ❖ Vegetación Terrestre

El análisis del uso de suelo y la vegetación permite conocer el valor funcional del uso y el contenido de las comunidades vegetativas, ya que es importante respetar la vegetación existente como elemento estabilizador microclimático y estético, así como lograr la preservación de especies que son propias de la región y que denota la identificación del paisaje.

#### Municipio de Cuernavaca.

El municipio de Cuernavaca está situado en la parte noreste del Estado de Morelos, en el Eje Neovolcánico Transversal. Se encuentran 144 familias de plantas vasculares, 514 géneros y 914 especies. Las cifras revelan que el municipio tiene una alta riqueza florística representada en todos los grupos vegetales y a distintos niveles de jerarquía taxonómica en comparación con el estado y con el país.

Dentro de la comunidad florística del municipio, actualmente podemos encontrar dos especies endémicas de México. Así mismo, existen 5 especies que se encuentran listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, las cuales se indican en la siguiente tabla:

**Tabla III.2.2.1** Especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Familia	Especie	Nombre común	Estatus según NOM-059-SEMARNAT-2010
<i>Mammillaria</i>	<i>Knippeliana</i>	Biznaga de Knippel	Protección especial; endémica
<i>Cypripedium</i>	<i>Irapeanum</i>	Zapatilla de Lexarza	Amenazada; no endémica
<i>Oncidium</i>	<i>Unguiculatum</i>	Oncidium de uña	Amenazada; no endémica
<i>Crusea</i>	<i>Coronata</i>	--	Protección especial; no endémica
<i>Tilia</i>	<i>Americana</i>	--	Peligro de extinción; no endémica

Fuente: Programa de Ordenamiento Ecológico de Cuernavaca.

#### Municipio de Jiutepec.

En el municipio de Jiutepec la flora está constituida principalmente por: vegetación secundaria del tipo bosque, selva, matorral xerófilo, pastizal natural y otros tipos de vegetación, la cual representa un total de 13,36 Km<sup>2</sup>, así mismo, dentro de la superficie territorial del municipio se cuenta con un área de 1,93 Km<sup>2</sup> conformada por pastizal inducido, principalmente.

#### Municipio de Yautepec.

Se puede considerar que la distribución de la vegetación en México está condicionada, en primera instancia, por los factores de clima, aunque con frecuencia, la naturaleza geológica, edáfica o topográfica, juegan un papel de primera magnitud. La vegetación predominante en el municipio de Yautepec, es selva baja caducifolia, la cual presenta comunidades densas cuya altura oscila entre los 5 y 12 m, donde los elementos arbóreos pierden sus hojas casi por completo durante el período de sequía, comprendido entre Diciembre y Junio, y que por lo general, florecen a fines de la época de estiaje o bien a principios de la temporada de lluvias. En cuanto a la estructura de esta asociación vegetal, en la **Tabla III.2.2.2** se muestran algunas especies características de la flora que presenta el municipio, donde se aprecia que existen especies nativas, introducidas o exóticas y comestibles, en



este sentido las especies que predominan son las nativas, a las cuales se les pueden dar diversos usos ya sea para la fabricación de enseres domésticos, artesanías, ornamentales, usos medicinales y forraje para los animales, principalmente.

**Tabla III.2.2** Especies de plantas del municipio de Yautepec.

Tipo de Especie	Nombre científico	Nombre común
Nativa	<i>Acacia cymbispina</i>	Cubata
	<i>Jacaratia mexicana</i> , <i>Neoboxbamia</i> sp, <i>Pileus mexicana</i>	Bonete
	<i>Lysiloma acapulcense</i> , <i>Leucaena sculenta</i>	Tepehuaje
	<i>Bursera fagaroides</i>	Copal
	<i>Bursera Morelensis</i> , <i>B. microphylla</i>	Cuajote colorado
	<i>Haematoxylon brasiletto</i>	Brasil
	<i>wolcottiana</i>	Cazahuate
	<i>Ipomoea murucoides</i>	Cazahuate
	<i>Mimosa biusifera</i>	Uña de gato
	<i>Pithecelobium dulce</i>	Guamúchil
Introducida o exótica	<i>Casuarina equisetifolia</i> L.	Casuarina
	<i>Eucalyptus</i> sp.	Eucalipto
	<i>Bougainvillea glabra</i> , <i>B. spectabilis</i>	Bugambilia
	<i>Jacarandá mimosifolia</i>	Jacaranda
Comestible	<i>Mangifera indica</i> L.	Mango
	<i>Spondias mombin</i>	Ciruelo
	<i>Persea americana</i>	Aguacate
	<i>Karwinskia humboldtiana</i> , <i>Eugenia biflora</i>	Guayabillo

Fuente: Programa de Ordenamiento Ecológico del municipio de Yautepec.

De las especies mencionadas en la tabla anterior, ninguna de ellas se encuentra en los listados de la MOM-059-SEMARNAT-2010.

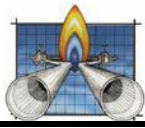
#### Municipio de Tlayacapan.

En lo que respecta al municipio de Tlayacapan, debido a su ámbito altitudinal abarca de los 1 250 a los 3 450 m.s.n.m. (metros sobre el nivel del mar), esto junto con la heterogeneidad topográfica, histórico-geológica y climática, generan una gama de condiciones ecológicas que se traduce en una notable diversidad de hábitats y especies. El territorio protege la zona intermedia entre los Parques Nacionales "Lagunas de Zempoala" y "el Tepozteco", constituyéndose por un lado, en un corredor biológico que asegura la continuidad de los procesos ecológicos y evolutivos de la biota de la zona, y por otro lado, en una barrera para evitar la conurbación de las manchas urbanas de Morelos y el Distrito Federal.

El tipo de ecosistema predominante en el municipio es Bosque de *Pinus* sp., Bosque de *Abies* sp., Bosque de *Quercus* sp., Bosque de *Alnus* sp., Bosque Mesofilo de Montaña, Matorral Crassicaule, Matorral Rosetofilo, Pastizal Subalpino, Pradera y Selva Baja Caducifolia.

La zona alberga una notable gama de tipos de vegetación y asociaciones, entre las que destacan las siguientes:

- Bosque de pino: este tipo de bosque se asocia a los climas templados y se encuentra dominado por varias especies de *Pinus*,



- Bosque de Oyamel: este bosque se entremezcla con el pino, aunque algunas veces se extiende a zonas de mayor altitud,
- Bosque de Encino: este bosque colinda de forma inmediata al bosque de pino; en segmentos se observa la dominancia de *Quercus spp.*, y a veces en franca asociación con los pinos, formando asociaciones como espino-encino y encino matorral,
- Matorral rosetófilo crassicaule: esta comunidad se establece fundamentalmente sobre terrenos de malpais, generados por la presencia de derrames del volcán Chichinautzin,
- Se localizan asociaciones transicionales de selva baja caducifolia y bosque de coníferas y encino hacia las partes bajas del área protegida, y en los puntos de contacto de la vegetación templada y tropical, se ubican las asociaciones transicionales en las que destaca: el cazahuate (*Ipomoea arborea*), el mezquite (*Prosopis sp.*), el bonete (*Jacaratia mexicana*) y el cuajote colorado (*Bursera Morelensis*), principalmente.

Fuente: Programa Municipal de Desarrollo del municipio de Tlayacapan.

#### Municipio de Cuautla.

La comunidad florística del municipio de Cuautla, está constituida principalmente por: selva baja caducifolia de clima cálido, jacaranda, tabachín, cazahuate, ceiba y bugambilia, principalmente; sin embargo, el municipio se ha visto afectado por una disminución significativa de sus áreas de vegetación natural, como es el caso de la selva baja caducifolia, que ha sufrido fuertes procesos de modificación y de degradación por el cambio de uso de suelo, de ser forestal a agrícola o para asentamientos humanos, que en este caso son irregulares, y en años recientes el crecimiento ha sido acelerado y desordenado, todo esto hace pensar que las escasas áreas que cuentan con condiciones aceptables de vegetación en particular selva baja, serán reducidas paulatinamente y de continuar así, el municipio sufrirá los embates de la desertificación, perdiendo los pocos recursos tanto florísticos y faunísticos. En el municipio la vegetación no es muy variada, ya que gran parte de este se encuentra ocupado actualmente por agricultura y asentamientos humanos.

Fuente: Programa de Ordenamiento Ecológico del municipio de Cuautla.

#### Municipio de Yecapixtla.

El municipio de Yecapixtla está situado en la parte noroeste del Estado de Morelos, dentro del Eje Neovolcánico Transversal en el cual están presentes 55 familias de plantas vasculares, 86 géneros y 117 especies. Las cifras revelan que el municipio tiene una baja riqueza florística, representada esta diversidad en relictos de vegetación a distintos niveles de la jerarquía taxonómica en comparación con el estado y con el país.

Por otro lado, la flora del municipio actualmente está representada por 42 especies de árboles, 23 de arbustos y 49 de hierbas, además tiene 2 especies que están en la NOM-059-SEMARNAT-2010, las cuales se indican a continuación:

**Tabla III.2.2.3** Especies protegidas en el municipio de Yecapixtla.

Genero	Especie	Estatus de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010
--------	---------	---



<i>Sapium</i>	<i>Macrocarpum</i>	Amenazada
<i>Erythrina</i>	<i>Coralloides</i>	Amenazada

En el municipio se identifican seis tipos de vegetación: Bosque de coníferas, Bosque de Quercus, Bosque tropical caducifolio, Vegetación acuática, Bosque perennifolio y deciduo ripario y Pastizal.

Además, debido a las actividades humanas, se tiene identificado otro tipo de vegetación de origen antropocéntrico: Vegetación arvense (plantas asociadas a la agricultura, tanto de temporal como de riego y ruderales).

#### *Bosque de coníferas.*

El bosque de coníferas constituye una de las masas forestales que ocupan la totalidad de las partes altas del municipio, alrededor de los 1 600 y 2 300 m.

Desde el punto de vista de su composición florística, *Pinus montezumae*, *Pinus pseudostrobus* y *Pinus teocote*, forman masas forestales puras, conviviendo con elementos de *Pinus ayacahuite*, *P. oocarpa* y *P. michuacana*, así como *Quercus castanea* y *Q. laurina*. Las diferentes especies de coníferas son muy cotizadas, por lo que es muy común la tala inmoderada de éstas.

#### *Bosque de Quercus.*

El municipio está bien representado, ya que junto con las coníferas constituyen un elemento dominante de los bosques templados que se desarrollan en la región norte y a lo largo del Eje Neovolcánico.

Los encinares pueden presentarse como bosques puros por arriba del bosque tropical caducifolio, dominados por una o varias especies de Quercus, admitiendo en su composición árboles diversos. De las especies de encinos que con mayor frecuencia destacan están: *Quercus candicans*, *Q. castanea*, *Q. crassifolia*, *Q. glaucoides*, *Q. laurina*, *Q. magnoliifolia*, *Q. obtusata* y *Q. rugosa*. El estrato arbustivo consiste de especies indicadoras de alteración, como lo es la *Bocconia arborea*, principalmente.

#### *Bosque tropical caducifolio.*

Esta formación vegetal está limitada entre los 1 200 y 1 600 m de altitud, en terrenos accidentados y en zonas de transición con la vegetación de bosques templados.

Algunas de las especies representativas que constituyen este tipo de bosque son *Bursera bicolor*, *B. copallifera*, *B. fagaroides*, *B. glabrifolia*, *B. grandiflora*, *Eysenhardtia polystachya*, *Ficus cotinifolia*, *Lysiloma divaricatum* y *Plumeria rubra* var. *Acutifolia*.

Este tipo de bosque, en condiciones de disturbio, suele dar lugar a un matorral secundario, constituido por algunas de las siguientes especies: *Acacia farnesiana*, *A. pennatula*, *Bocconia arborea*, *Guazuma ulmifolia*, *Lantana camara* y *Senna uniflora*.

Fuente: Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Yecapixtla, Morelos.

#### Municipio de Ayala.

El uso de suelo y la vegetación del municipio, se encuentra compuesto por 5 623 unidades de producción, de las cuales 3 931 presentan actividad agropecuaria o forestal dentro de una superficie equivalente a 18 098,21 Has. Por otra parte, 5 957,02 Has se consideran como superficie no productiva. De la superficie total del municipio, sólo 3,07 Has se encuentran clasificadas como selva baja caducifolia con pasto y 205,72 Has son áreas que carecen de vegetación.

Dentro del municipio, la flora está constituida principalmente por: selva baja caducifolia de clima cálido, jacaranda, tabachín, cazahuate, ceiba y bugambilia.

Fuente: INEGI. Uso del suelo y vegetación.





### Agricultura

Las actividades agropecuarias en el municipio de Ayala son de vital importancia, ya que el 90% de la población se dedica a la agricultura, por lo que la mayoría de las tierras productivas del municipio son de temporal y la forma de trabajarlas es la tradicional. Los productos más importantes son: nopal, jitomate, maíz, tomate, calabaza y frijol.

Una de las características más importantes en el ámbito municipal de Ayala, además de la variedad de su flora y fauna, es la diversidad de uso de suelo, ya que destacan las zonas agrícolas de temporal que ocupan el 69,20% del territorio municipal, el uso forestal con el 7,13%, una pequeña porción de pastizales con el 1,33%, áreas de preservación ecológica conformada por los escurrimientos naturales (Ríos y Barrancas) que representan el 9,48% y la mancha urbana y su zona de crecimiento que representan el 12,87% del territorio municipal.

**Tabla III.2.2.4** Clasificación de uso de suelo en el municipio de Ayala.

Uso de suelo	Superficie (Has)	%
Agricultura de Temporal	11 745,15	69,2
Forestal	1 209,32	7,13
Pastizal	225,22	1,33
Preservación ecológica (Barrancas)	1 609,58	9,48
Uso urbano	1 196,25	7,05
Áreas aptas para el desarrollo urbano	988,38	5,82
<b>Total</b>	<b>16 973,9</b>	<b>100</b>

En el derecho de vía de la carretera Federal No. 160 se presenta principalmente vegetación del tipo pastizal natural y especies de Bugambilia. Sin embargo, en segmentos del trayecto por donde se instalará el gasoducto de  $\Phi 6''$  se logra apreciar terrenos destinados a la agricultura (**Ver Fotos III.2.2.1 a la III.2.2.3**).



**Fotos III.2.2.1 y III.2.2.2** Derecho de vía de la carretera Federal No. 160, en donde se puede apreciar principalmente, pastizal natural y especies de Bugambilia.



**Foto III.2.2.3** Sector del trayecto donde se aprecia un terreno destinado a la agricultura.

Mediante los planos presentados y durante los recorridos en campo, se constató que el ducto pasará por la orilla de zonas agrícolas, vialidades de zonas urbanas y dentro del derecho de vía de la carretera federal No. 160, la cual posee vegetación natural, misma que ya se encuentra impactada por residuos sólidos urbanos generados por las actividades antropogénicas de la región (**Ver Foto III.2.2.4 y III.2.2.5**). Cabe señalar, que el proyecto no afectará la vegetación presente en el área de estudio debido a que el ducto se instalará en el derecho de vía de vialidades y carreteras (acotamiento de la vialidad), únicamente con presencia de terrenos agrícolas en algunos tramos del trayecto, los cuales se restablecen en cortos períodos de tiempo, ya que es vegetación inducida por los propietarios de los terrenos cultivados, así mismo, en las zonas donde exista alta volumetría de vegetación, la perforación del terreno se realizará direccionalmente, con el objeto de salvar la cobertura vegetal presente y no causar impactos negativos altos por la instalación del gasoducto de  $\Phi 6''$  proyecto. Por lo anterior, no se producirá erosión en el área de influencia del proyecto, además de que los impactos a la comunidad florística de la región serán mínimos, por lo que la Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Cuernavaca, S.A. de C.V., dentro de su programa de prevención y mitigación de impactos, tiene contempladas actividades tendientes a la reforestación y remediación de las áreas afectadas por la construcción del gasoducto, en aquellos casos donde se haya afectado a la vegetación presente dentro del derecho de vía del mismo.

Aunado a lo anterior, se constató en campo y gabinete, que en el área de influencia del proyecto no existen especies endémicas con algún grado de protección o en peligro de extinción, mismas que se encuentren listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.



**Fotos III.2.2.4 y III.2.2.5** Vegetación impactada por la presencia de residuos sólidos urbanos, dentro del derecho de vía de la carretera Federal No. 160.

#### **b) Fauna.**

El estado de Morelos se localiza en la región central del País, tiene una extensión de 4 941 Km<sup>2</sup> que representa el 0,24% de la superficie de México. Pertenece a la provincia fisiográfica de la Sierra Madre del Sur y subprovincia de la Cuenca del Balsas-Mezcala. Así mismo, se ubica en la intersección entre dos grandes regiones bióticas, cada una de ellas con su flora y fauna característica; la región Neotropical a la que corresponden las tierras bajas y la región Neártica de las tierras altas y húmedas de una parte del sistema montañoso del Eje Neovolcánico Transversal. Las tierras bajas incluyen tres cuartas partes del área que comprende el centro y sur del estado, en donde la vegetación y fauna son de afinidad tropical. Las tierras altas se ubican en el norte del estado y están formadas por la Sierra del Ajusco-Chichinautzin y el Volcán Popocatepetl. Por la ubicación geográfica del estado, aunado a su diversidad topográfica y climática, ha generado gran riqueza de flora y fauna, por lo cual Morelos se encuentra en el treceavo (13°) lugar por su biodiversidad, respecto a los otros estados de la República Mexicana.

#### Fauna Silvestre

En cuanto a la fauna silvestre, en Morelos se localiza el 5 % de especies de anfibios del país, el 23 % de los peces de agua dulce, el 14 % de reptiles, el 33 % de las especies de aves, y el 21 % de las especies de mamíferos terrestres mexicanos.

En el estado de Morelos se han registrado hasta la fecha 1 391 especies de vertebrados, lo que representa el 10,3% de los vertebrados de México.

El índice de importancia de la diversidad de flora y fauna en el estado, corresponde al treceavo lugar de los estados de la república mexicana, con un alto grado de especies endémicas. Por otra parte, existen en el estado varias especies que se encuentran en riesgo de desaparecer, las cuales se citan a continuación:





**Tabla III.2.2.5** Especies en peligro de extinción.

Especies	Total de especies	Especies en peligro
Reptiles	103	16
Aves	340	21
Mamíferos	90	9
Peces	84	1
Anfibios	15	7

Existen varias especies endémicas que se encuentran amenazadas o en peligro de extinción y que se distribuyen en algunas de las áreas naturales del estado, tal es el caso del teporingo, ocelote, tigrillo, escorpión o monstruo de gila, ajolotes de Zempoala, carpa peso y gallinita de monte.

Cabe señalar, que durante los recorridos en campo por las avenidas urbanas y por el derecho de vía de la carretera Federal No. 160 donde se instalará el Gasoducto de principal, se observó solo micro fauna, compuesta por aves, insectos y roedores principalmente, no se observó fauna con algún carácter de conservación de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010, por lo que las actividades a realizarse para la instalación del gasoducto de  $\Phi 6''$ , no causaran impactos negativos significativos a la comunidad faunística de la región donde se desarrollará el proyecto.

### **III.2.3. Medio socioeconómico**

#### **Municipio de Cuernavaca.**

Este municipio cuenta con una población total de 365 168 habitantes de los cuales 172 901 son hombres y 192 267 mujeres (**Ver Figura III.2.3.1**). Cabe mencionar que de la población existente en el municipio, el 57,03% es nacida en la Entidad y el resto es proveniente de la inmigración de otras Entidades.



**Foto III.2.3.1** Vista aérea de la población de Cuernavaca, Morelos.

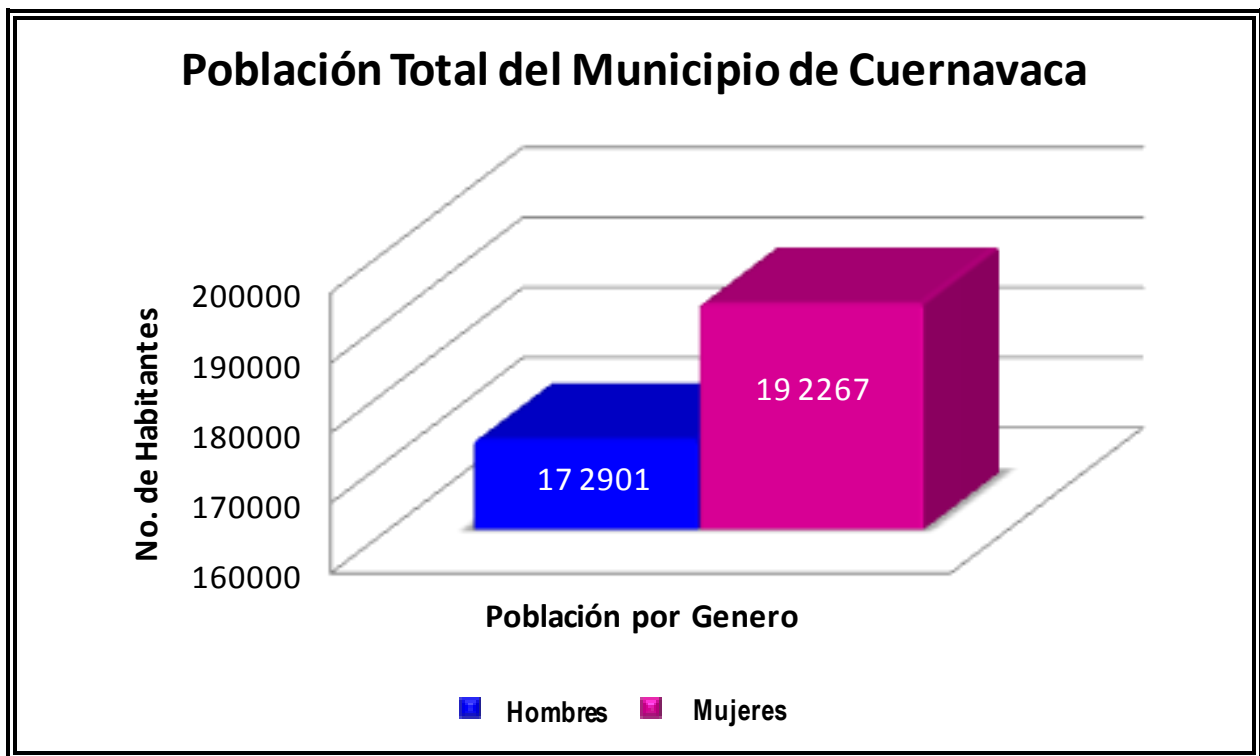
En la siguiente tabla se mencionan las principales características de la población existente en el municipio de Cuernavaca, Morelos (**Ver Figura III.2.3.2 y III.2.3.3**).





**Tabla III.2.3.1** Principales características de la población del municipio de Cuernavaca.

Característica	Año	Cantidad
Población total	2010	365 168
Población total hombres	2010	172 901
Población total mujeres	2010	192 267
Relación hombres-mujeres	2010	89,90 %
Porcentaje de población de 15 a 29 años	2005	2,40 %
Porcentaje de población de 15 a 29 años hombres	2005	26,60 %
Porcentaje de población de 15 a 29 años mujeres	2005	26,20 %
Porcentaje de población de 60 y más años	2005	10,40 %
Porcentaje de población de 60 y más años hombres	2005	9,60 %
Porcentaje de población de 60 y más años mujeres	2005	11,30 %
Total de Hogares Censados	2010	98 100
Total de Hogares con jefe hombre	2010	67 810
Total de Hogares con jefe mujer	2010	30 290
Total de Nacimientos	2009	7 577
Total de Nacimientos hombres	2009	3 732
Total de Nacimientos mujeres	2009	3 804
Total de Defunciones generales	2009	2 281
Total de Defunciones generales hombres	2009	1 178
Total de Defunciones generales mujeres	2009	1 103
Matrimonios	2009	1 907
Divorcios	2009	467



**Figura III.2.3.1** Población total del municipio de Cuernavaca, Morelos.

*Fuente: INEGI XIII Censo General de Población y Vivienda 2010.*

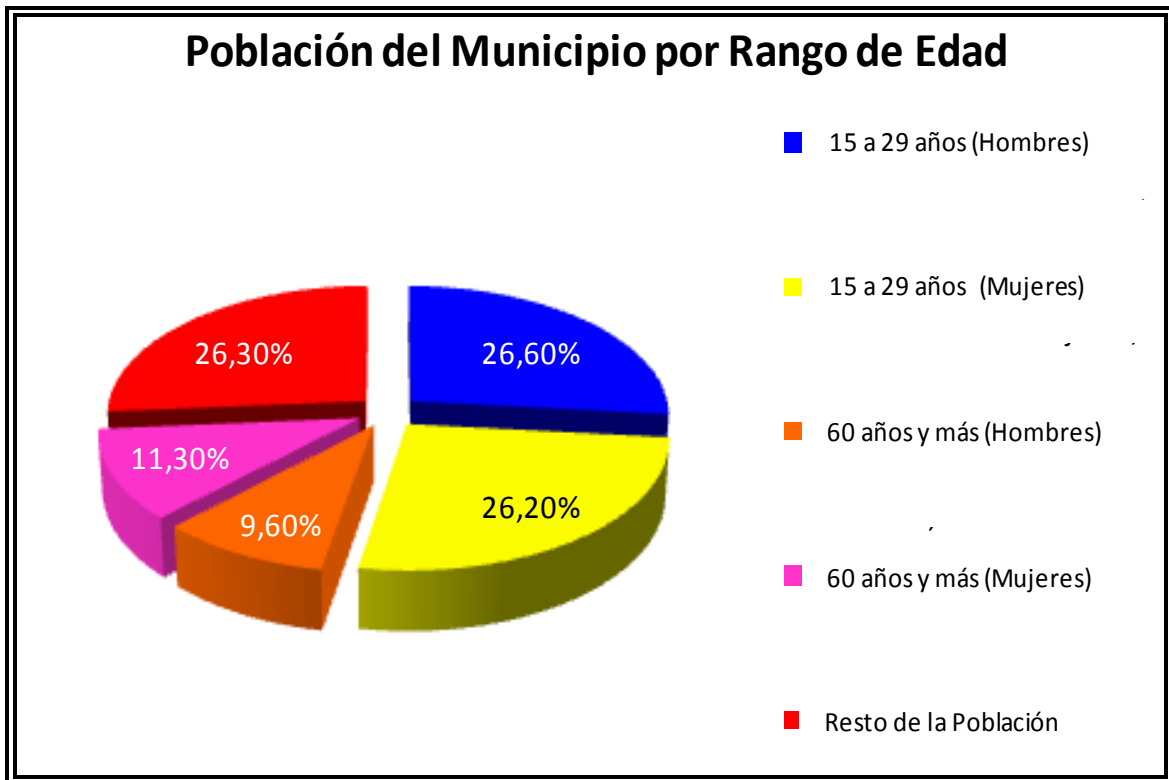


Figura III.2.3.2 Población del municipio de Cuernavaca, Morelos, según su rango de edad.

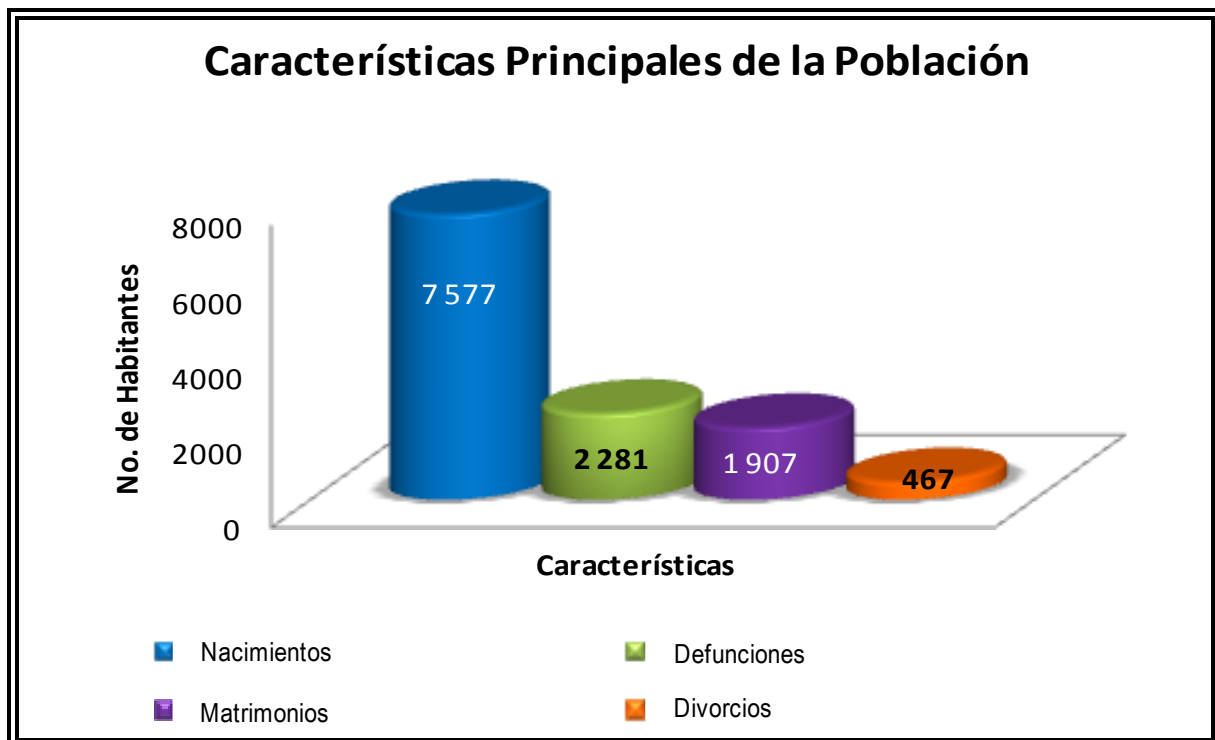


Figura III.2.3.3 Características principales de la población de Cuernavaca, Morelos.

Fuente: INEGI XIII Censo General de Población y Vivienda 2010.



Como se mencionó anteriormente, parte de la población del municipio es proveniente de otras Entidades, esto debido principalmente a su ubicación geográfica, así como por su clima predominante; es por ello, que en los últimos 24 años en el municipio han aumentado tanto la demanda de vivienda, como de servicios públicos e infraestructura urbana necesarios para el progreso de la población. Cabe mencionar, que debido al fenómeno demográfico, el Gobierno Municipal se ha propuesto, proporcionar la mayoría de los servicios públicos, dentro de los que destacan el abastecimiento de agua potable, alumbrado público y la pavimentación, entre otros.

### **Economía**

La economía del municipio de Cuernavaca se sustenta principalmente con la Industria Manufacturera, así como por la actividad turística; esta última desarrollándose principalmente, por la ubicación geográfica del municipio y por su bondadosa naturaleza. Esto debido a que es paso obligado de los habitantes del Distrito Federal, del Estado de México, Guerrero y Puebla; los cuales van de paseo o simplemente a adquirir bienes y servicios que no desean comprar en su lugar de origen. Aun y cuando en el municipio se cuenta con un sustento económico muy fuerte (el turismo), no es fuente necesaria para el desarrollo del municipio, es por ello, que el gobierno busca estimular criterios de equidad y justicia social, por lo que es necesario entender y aplicar estrategias que generen actividades productivas, culturales y sociales, que impulsen el crecimiento de la economía y la generación de empleos.

A continuación se describen las principales actividades económicas que se desarrollan en el municipio de Cuernavaca (**Ver Tabla III.2.3.2 y Figura III.2.3.4**)

**Tabla III.2.3.2 Principales actividades económicas.**

<b>Actividad</b>	<b>Aportación al PIB Estatal durante el 2006</b>
Servicios comunales, sociales y personales	26,7%
Comercio, Restaurantes y Hoteles	18,2%
Industria Manufacturera (productos alimenticios, bebidas y tabaco)	17,8%
Servicios financieros, seguros, actividades inmobiliarias y de alquiler	10,1%
Transporte, almacenaje y comunicaciones	10%
Agropecuaria, silvicultura y pesca	8,3%
Construcción	8,2%
Electricidad, Gas y Agua	0,5%
Minería	0,2%

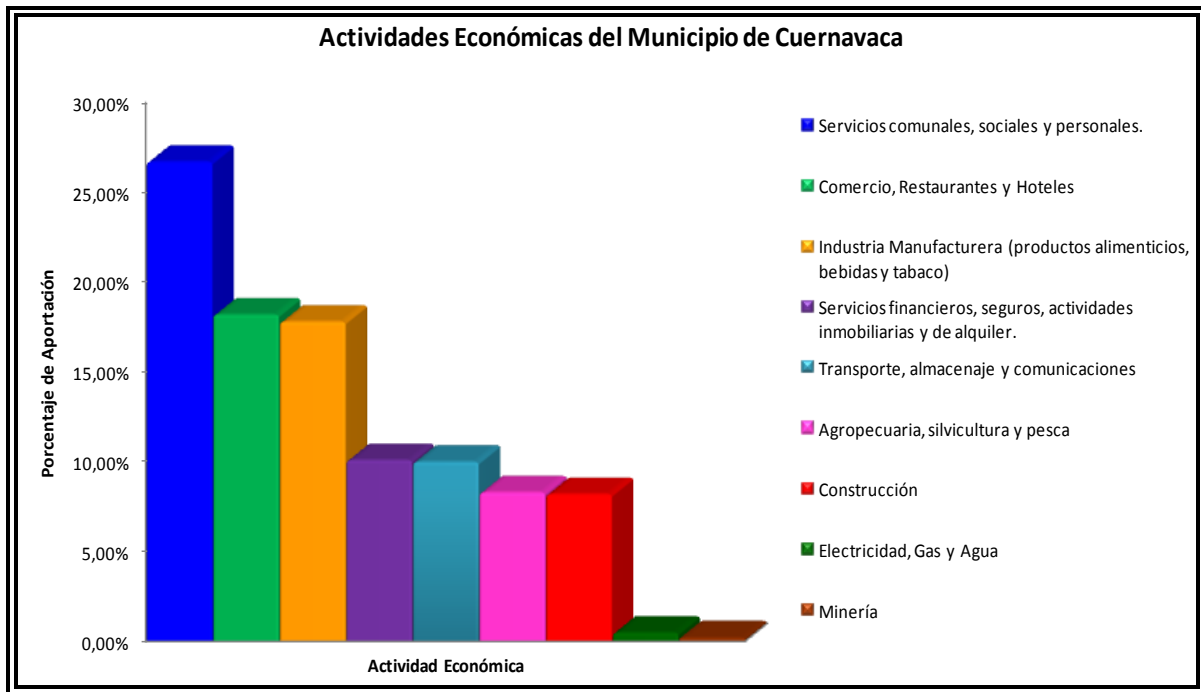


Figura III.2.3.4 Principales actividades económicas del municipio de Cuernavaca, Morelos.

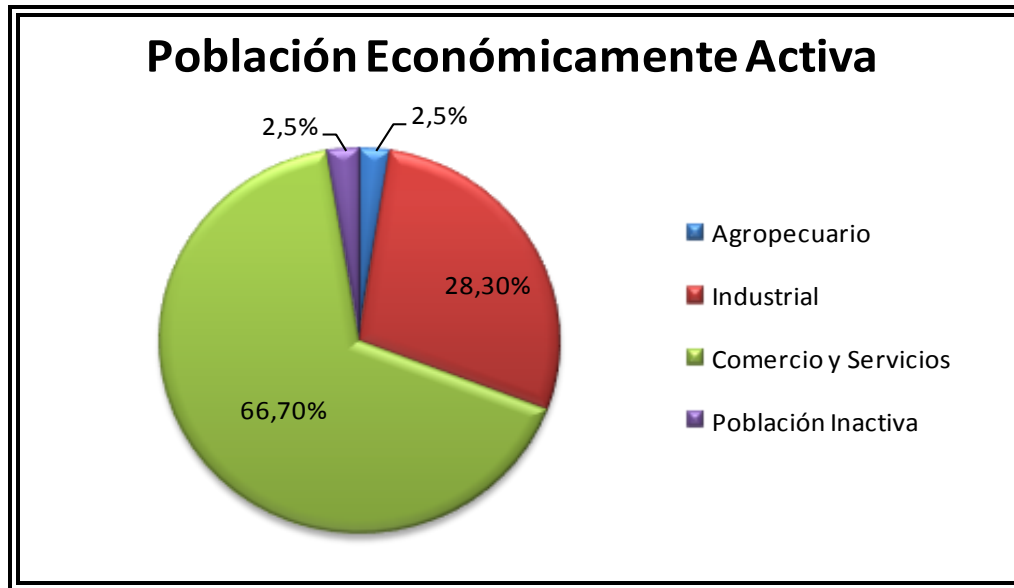
Fuente: Plan Municipal de Desarrollo 2009-2012. Municipio de Cuernavaca.

Cabe mencionar, que las necesidades del municipio son abundantes y los recursos escasos, y aunque se cuenta con pequeñas y medianas empresas que generan empleo y riqueza a la región no es suficiente. Es por ello que el sector agropecuario se convierte también en parte fundamental para el desarrollo económico, puesto que existe un número importante de productores de flores y fruticultores que proporcionan rentabilidad económica y social al municipio. De acuerdo con cifras presentadas por el INEGI, la población económicamente activa del municipio corresponde al 97,56% del total de la población, la cual se distribuye de la siguiente manera:

Tabla III.2.3.3 Población económicamente activa por sector económico.

Sector	Porcentaje de la Población
Agropecuario	2,5%
Industrial	28,3%
Comercio y Servicios	66,7%
Población Inactiva	2,5%





**Figura III.2.3.5** Porcentaje de población económicamente activa del municipio de Cuernavaca.

Fuente: Enciclopedia de los Municipios de México, Municipio de Cuernavaca.

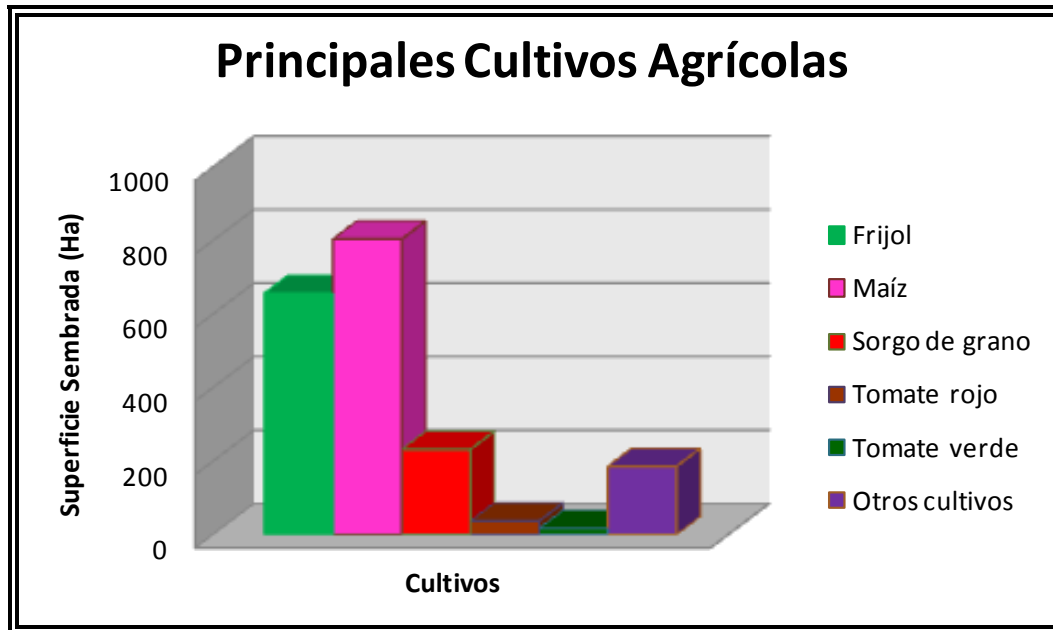
### ***Principales Sectores, Productos y Servicios***

#### **Agricultura**

El municipio de Cuernavaca cuenta con 5 668 Has para uso agrícola, de las cuales 1 932 Has son utilizadas para el cultivo de Maíz, Frijol y Sorgo de grano, entre otros, siendo el maíz el producto con mayor aprovechamiento por este sector (**Ver Tabla III.2.3.4 y Figura III.2.3.6**).

**Tabla III.2.3.4** Principales cultivos agrícolas.

Producto	Superficie sembrada (Ha)	Superficie cosechada (Ha)
Frijol	656	656
Maíz	804	804
Sorgo de grano	232	232
Tomate rojo	37	37
Tomate verde	17	17
Otros cultivos	186	185
<b>Total</b>	<b>1 932</b>	<b>1 931</b>



**Figura III.2.3.6** Superficie sembradas de cada cultivo agrícola presente en el municipio de Cuernavaca.

Fuente: INEGI XIII Censo General de Población y Vivienda 2010.

### Ganadería

Para la actividad ganadera, el municipio de Cuernavaca cuenta con una superficie territorial de 8 227 Has, misma que está destinada a la cría de ganado bovino, porcino, ovino, caprino y de aves de corral (gallináceas), así como para la producción de miel (instalación de colmenas) (**Ver Tabla III.2.3.5**).

**Tabla III.2.3.5** Producción ganadera del municipio de Cuernavaca.

Especie	Producción de Carne en Canal (Ton.)
Bovino	160
Porcino	37
Ovino	6
Caprino	3
Gallináceas	3 547
Guajolotes	0
<b>Total</b>	<b>3 753</b>

Como se puede observar en la Tabla IV.2.4.5, la mayor producción de carne en canal en el municipio de Cuernavaca es proveniente de la especie Gallinácea por lo que a continuación se muestra la gráfica con la producción anual obtenida de esta especie, durante el periodo de 1994 al 2009.

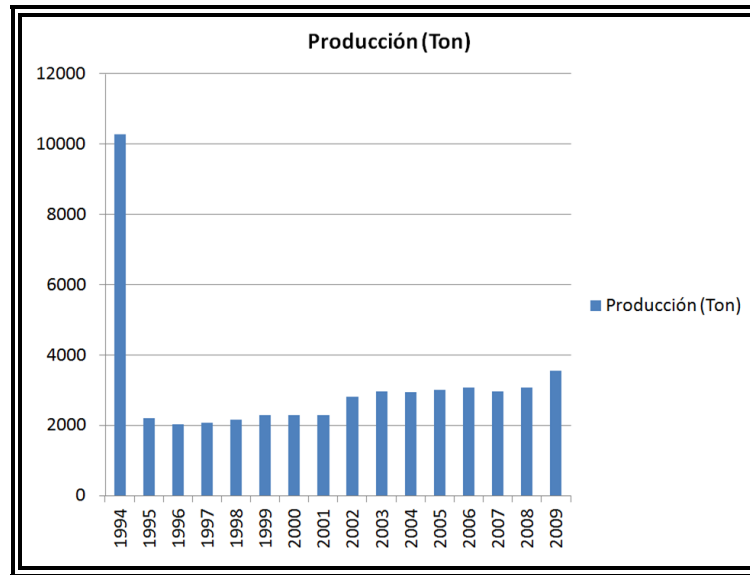


Figura III.2.3.7 Producción anual de carne de aves de corral.

Fuente: INEGI XIII Censo General de Población y Vivienda 2010.

### Comercio

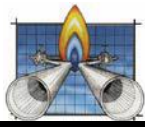
De acuerdo a datos registrados por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), en el Municipio de Cuernavaca, el mayor número de unidades económicas que existen son las dedicadas al comercio, seguidas en orden de importancia, por las prestadoras de servicios, tales como alojamiento temporal, preparación de alimentos y bebidas, así como las dedicadas a la industria manufacturera; sin dejar de lado a las que ofrecen servicios de salud y asistencia social. Contando con un total de 17 196 unidades económicas, dentro de las que destacan las que ofrecen el servicio de alojamiento y restaurantes, esto debido a la gran afluencia turística que se presenta en el municipio.



Foto III.2.3.2 Establecimientos comerciales existentes en el municipio de Cuernavaca.

Por otra parte, cuenta con una zona industrial llamada CIVAC (Ciudad Industrial del Valle de Cuernavaca), en la cual se ubican importantes industrias, dentro de las que sobresalen NISSAN Mexicana, UNILEVER, NEC, ALUCAPS Mexicana, SYNTEX, BERU, BAXTER y SINTENOVO.

Fuente: Enciclopedia de los Municipios de México, Municipio de Cuernavaca.



## **Industria**

Como se mencionó anteriormente, la industria manufacturera es parte fundamental para el desarrollo económico del municipio, ya que cuenta con una alta tecnología para el desarrollo de sus productos, permitiendo así su innovación y por ende su competitividad productiva. Cabe mencionar, que en la Ciudad de Cuernavaca se encuentra la planta Cementera más moderna del mundo (Cementos Moctezuma, S.A. de C.V. (Planta Tepetzingo)); así mismo, se genera un alto porcentaje de la fabricación de automóviles Renault-Nissan procedentes del Estado.



**Foto III.2.3.3** Ciudad Industrial del Valle de Cuernavaca (CIVAC), ubicada en los municipios de Cuernavaca y Jiutepec en el estado de Morelos.

Por lo anterior, este municipio ha demostrado ser un buen lugar para invertir, ya que empresas americanas, Alemanas, Japonesas, Españolas, Británicas y Mexicanas lo han convertido en su casa, manteniendo un constante crecimiento en su producción.

**Fuente:** Enciclopedia de los Municipios de México, Municipio de Cuernavaca.

## **Atractivos Culturales y Turísticos.**

Dentro de los principales atractivos turísticos con que cuenta el municipio de Cuernavaca se encuentra el Palacio de Cortés, el cual se terminó de construir en el año de 1535; la Catedral, misma que muestra construcciones de diversas épocas; así como el convento y templo de la Tercera Orden de los Franciscanos, el cual data del siglo XVI. Además de los lugares antes mencionados, también cuenta con el Chapitel del Calvario, el cual está consagrado a la Virgen de Guadalupe; la Capilla de los Tepetates y la de San José, así como el santuario de Nuestra Señora de los Milagros, ubicada en el barrio de Tlaltenango.





**Foto III.2.3.4** Diferentes atractivos turísticos existentes en el municipio de Cuernavaca, Morelos.

Debido a que el turismo es fuente principal de su economía, este municipio cuenta con diferentes atractivos dedicados al esparcimiento, tales como la Hacienda de Atlacomulco; el Acueducto del siglo XVII; el Kiosco del Jardín de los Héroes, entre otros. Así mismo, cuenta con una zona arqueológica en Teopanzolco, la cual fue el antiguo centro ceremonial de los Tlahuicas, dentro del cual existen dos estructuras concéntricas, posiblemente dedicadas a Quetzalcóatl.

**Fuente:** Enciclopedia de los Municipios de México, Municipio de Cuernavaca.

### Gastronomía

La gastronomía del municipio de Cuernavaca, se identifica principalmente por los famosos “Tacos de Canasta”, mismos que están elaborados con tortilla de molino y rellenos con diferentes guisos, como frijoles, chicharrón, papa, huevo, mole, chorizo con papas y huevo con ejotes; el sabor de estos tacos se los da principalmente la salsa con que se acompañan. Además de lo anterior, en este municipio también se preparan platillos como: arroz rojo, chiles rellenos, bistec, milanesa o cecina. La comida típica de Cuernavaca también incluye al pipián con carne, la barbacoa de chivo y borrego, el bagre en mixiotes, los tamales, el clemole rojo de pollo o espinazo de puerco, el pozole, así como el clemole verde de res; sin olvidarnos de las deliciosas quesadillas de huitlacoche, flor de calabaza, o champiñones, así como de las gorditas de haba.

**Fuente:** Enciclopedia de los Municipios de México, Municipio de Cuernavaca.



**Municipio de Jiutepec.**

Según datos registrados en el INEGI, Jiutepec es el municipio con mayor índice de densidad poblacional del Estado de Morelos; ya que su población ocupa el 11,25% a nivel estatal. Lo anterior, debido a que la Tasa de Crecimiento Poblacional se ha incrementado a un ritmo acelerado, pues en el año 2005 el número de habitantes era de 181 317, incrementando la cifra a 196 953 habitantes en el 2010.



**Foto III.2.3.5** Vista aérea de la población de Jiutepec, Morelos, la cual cuenta con 196 953 habitantes.

Cabe mencionar, que de la población total existente en el municipio, 94 766 son hombres y 102 187 mujeres (**Ver Figura III.2.3.8**). A continuación se describen las características principales de la población municipal.

**Tabla III.2.3.6** Principales características de la población del municipio de Jiutepec.

Característica	Año	Cantidad
Población total	2010	196 953
Población total hombres	2010	94 766
Población total mujeres	2010	102 187
Relación hombres-mujeres	2010	92,70 %
Porcentaje de población de 15 a 29 años	2005	2,60 %
Porcentaje de población de 15 a 29 años hombres	2005	27,30 %
Porcentaje de población de 15 a 29 años mujeres	2005	27,80 %
Porcentaje de población de 60 y más años	2005	7,20 %
Porcentaje de población de 60 y más años hombres.	2005	6,80 %
Porcentaje de población de 60 y más años mujeres	2005	7,50 %
Total de Hogares Censados	2010	51 885
Total de Hogares con jefe hombre	2010	37 700
Total de Hogares con jefe mujer	2010	14 185



Continuación... Tabla III.2.3.6 Principales características de la población del municipio de Jiutepec.

Característica	Año	Cantidad
Total de Nacimientos	2009	3 484
Total de Nacimientos hombres	2009	1 786
Total de Nacimientos mujeres	2009	1 698
Total de Defunciones generales	2009	751
Total de Defunciones generales hombres	2009	421
Total de Defunciones generales mujeres	2009	330
Matrimonios	2009	804
Divorcios	2009	181

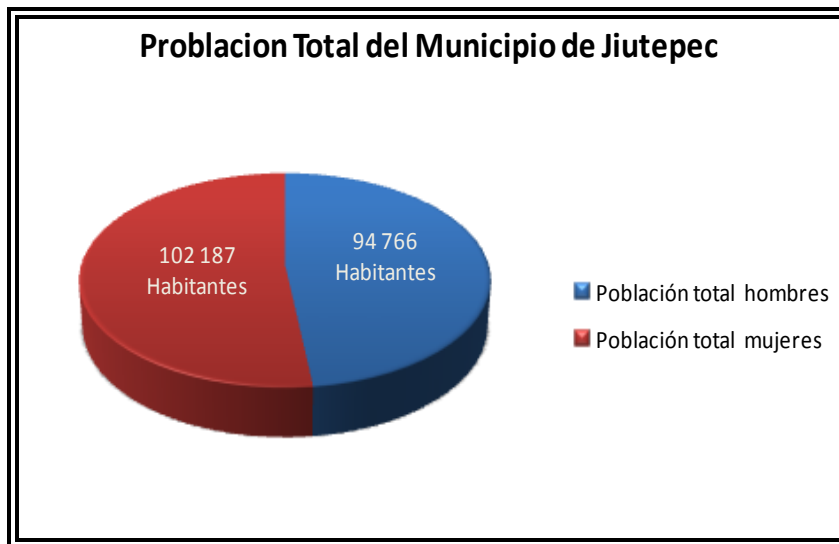


Figura III.2.3.8 Población Total del municipio de Jiutepec, Morelos.

En la siguiente figura se muestran algunas características de la población del municipio de Jiutepec.

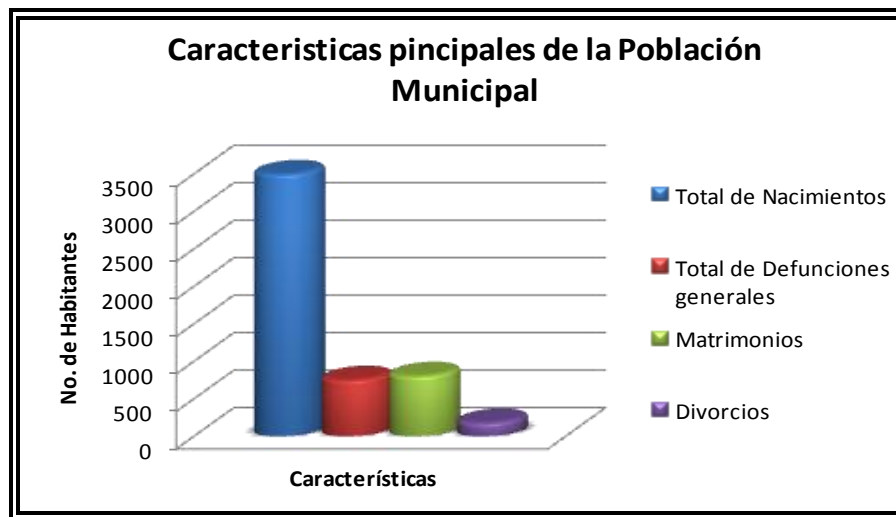


Figura III.2.3.9 Características principales de la población de Jiutepec.

Fuente: INEGI XIII Censo General de Población y Vivienda 2010.



Como se mencionó anteriormente, el municipio de Jiutepec cuenta con alto índice de densidad poblacional; sin embargo, este municipio está catalogado con un muy bajo grado de marginación, ya que se encuentra ubicado en el lugar 2 252 a nivel nacional y en el 2° a nivel estatal. Esto indica que la mayoría de su población tiene acceso a los servicios básicos, tales como: agua potable, energía eléctrica y vivienda.

**Fuente: Plan Municipal de Desarrollo 2009-2012. Municipio de Jiutepec.**

## **Economía**

El desarrollo económico del municipio, se basa principalmente en la industria, ya que cuenta con el mayor Parque Industrial del Estado (CIVAC), mismo que está compuesto por 157 empresas; dentro de las que destacan Roche, Unilever, Glaxo Smith Kline, NEC Corporation, Mycom Mayekawa y Nissan; siendo esta última la que cuenta con 2 plantas de fabricación y la cual genera más de 2 000 empleos. Además del sector industrial, la economía del municipio está también basada en la actividad agropecuaria, y en los servicios comerciales. Las principales actividades económicas que se desarrollan en el municipio de Jiutepec son la agricultura, la industria manufacturera, la ganadería y el comercio.

Cabe mencionar, que el 51,9% de la población total son mujeres siendo de gran importancia su participación en el desarrollo de los indicadores económicos del municipio. Debido a que actualmente la mujer ocupa el 36,7% de la Población Económicamente Activa (PEA), esto gracias a su intervención en las actividades productivas locales. Por lo tanto, el porcentaje de PEA ocupada con que cuenta el municipio es del 97% del total de su población, en este sentido, su desocupación, incluida la de los jubilados, es realmente baja. En la siguiente tabla se muestran los porcentajes de distribución de la población por sector económico activo.

**Fuente: Plan Municipal de Desarrollo 2009-2012. Municipio de Jiutepec.**

**Tabla III.2.3.7 Población económicamente activa por sector económico.**

<b>Sector</b>	<b>Porcentaje de la Población</b>	<b>No. de Habitantes</b>
Primario	2%	3 939
Secundario	36%	70 903
Terciario	59%	116 202
Población Desocupada	3%	5 908

Aunado a la información indicada en la tabla anterior, se presenta una gráfica representativa de la población económicamente activa en el municipio de Jiutepec (**Ver Figura III.2.3.10**).



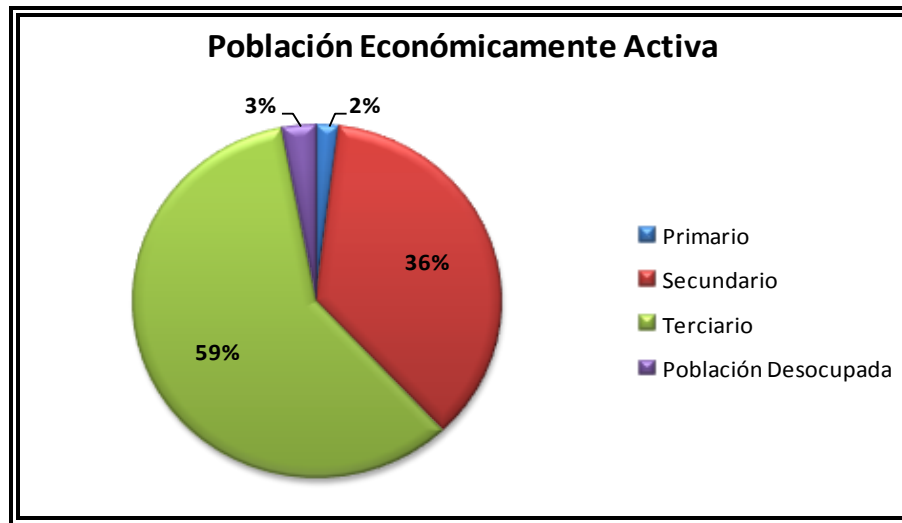


Figura III.2.3.10 Porcentaje de población económicamente activa del municipio de Jiutepec.

Fuente: Enciclopedia de los Municipios de México, Municipio de Jiutepec.

### Principales Sectores, Productos y Servicios

#### Agricultura

De las 7 400 Has que conforman al municipio sólo 515 Has son dedicadas a la agricultura, dentro de las cuales se consideran productos con valor agregado, tales como viveros; pues de ellos se exportan grandes cantidades de flores entre las que destaca la Flor de Nochebuena, ya que este municipio es su principal productor a nivel nacional. Así mismo se cultivan otros productos, dentro de los que destaca el Maíz de grano (Ver Tabla III.2.3.8 y Figura III.2.3.11).

Tabla III.2.3.8 Principales cultivos agrícolas.

Producto	Superficie sembrada (Ha)	Superficie cosechada (Ha)
Alfalfa Verde	1	1
Maíz	208	208
Tomate rojo	27	27
Tomate verde	8	8
Otros cultivos	272	270
<b>Total</b>	<b>515</b>	<b>513</b>

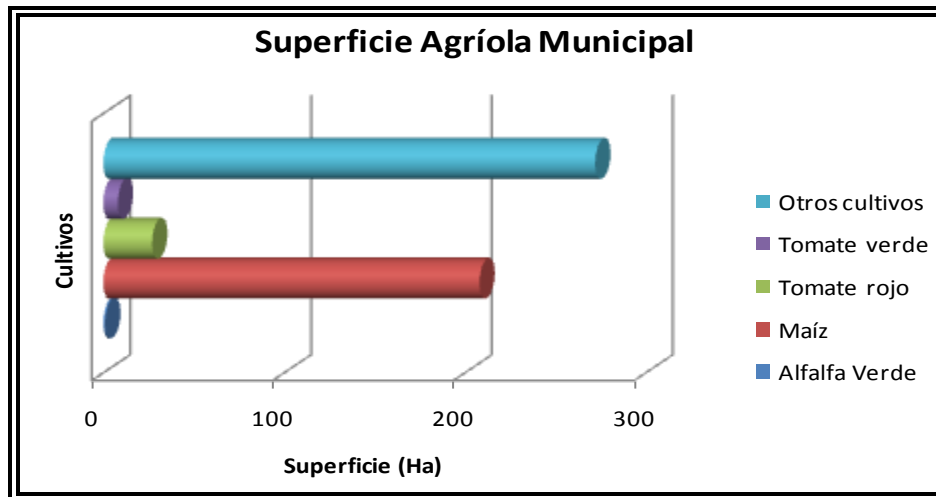


Figura III.2.3.11 Superficie sembrada de cada cultivo agrícola existente en el municipio de Jiutepec.

Fuente: INEGI XIII Censo General de Población y Vivienda 2010.

### Ganadería

La actividad ganadera del Municipio de Jiutepec, según datos registrados por el INEGI, abarca la cría y explotación de ganado bovino, porcino y caprino, entre otros; así mismo cuenta con la producción de miel y aves de corral (gallináceas) (Ver Tabla III.2.3.9). Cabe mencionar, que con el paso de los años esta actividad ha ido decreciendo, debido al alto índice demográfico que presenta el municipio; ya que la demanda de suelo para la urbanización y construcción de vivienda se ha incrementado exponencialmente en los últimos diez años, lo que ha ocasionado que no se cuente con el espacio suficiente para el desarrollo de esta actividad.

Tabla III.2.3.9 Producción ganadera del municipio de Jiutepec.

Especie	Producción de Carne en Canal (Ton.)
Bovino	48
Porcino	70
Ovino	5
Caprino	2
Gallináceas	2 651
<b>Total</b>	<b>2 776</b>

Aunado a la información presentada en la tabla anterior, se muestra una gráfica representativa de la producción ganadera en el municipio de Jiutepec (Ver Figura III.2.3.12).

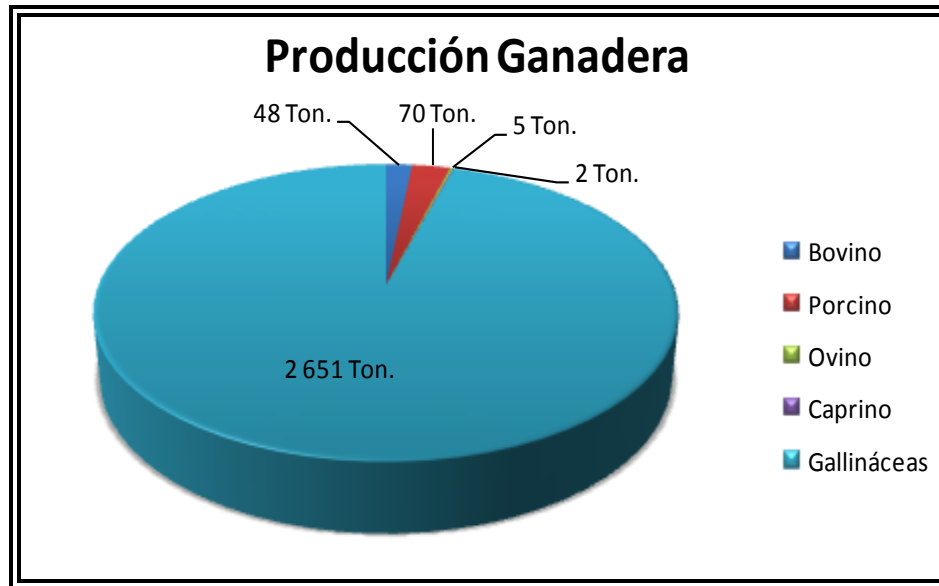


Figura III.2.3.12 Producción ganadera del municipio de Jiutepec.

Como se puede observar en la **Figura III.2.3.12**, la mayor producción de carne en canal existente en el municipio, es proveniente de la especie Gallinácea.

Fuente: INEGI XIII Censo General de Población y Vivienda 2010.

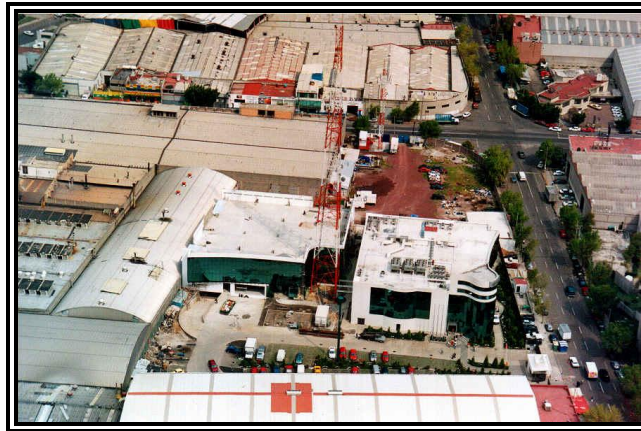
### Comercio

El dinamismo económico del comercio municipal ha incrementado considerablemente, debido, entre otras cosas, a la multiplicación de centros comerciales y tiendas de autoservicio. Así mismo, el comercio en la vía pública, en particular el denominado Tianguis, tiene dos valores importantes para la economía del municipio: inicialmente impacta favorablemente en la derrama económica y empleo; pero también sobresale en sentido negativo al producir afectación en las vialidades y en la imagen urbana, particularmente, por un deficiente control en los desechos sólidos. Cabe mencionar, que existen alrededor de 2 500 establecimientos comerciales dentro de los que destacan los destinados al sector turístico, como hoteles y restaurantes.

Fuente: Plan Municipal de Desarrollo 2009-2012. Municipio de Jiutepec.

### Industria

Como se menciona anteriormente, el municipio cuenta con la Ciudad Industrial del Valle de Cuernavaca (CIVAC), la cual es la más importante del estado, ya que cuenta con una superficie de 230 Has. El CIVAC cuenta con empresas de renombre entre las que destacan: Alucaps, Givaudan, Fibrolub Mexicana y Mycom Mayekawa, junto con otras 150 empresas; sin dejar de lado a NISSAN ya que es la instalación más grande que existe en el parque industrial, la cual tiene dos plantas de fabricación, y emplea a más de 2 000 trabajadores. El sector manufacturero se agrupa principalmente en siete sectores, de los que destacan: la Industria Automotriz, Industria Alimenticia y la Textil.



**Foto III.2.3.6** Ciudad Industrial del Valle de Cuernavaca (CIVAC), ubicada en los municipios de Cuernavaca y Jiutepec en el Estado de Morelos.

Fuente: Plan Municipal de Desarrollo 2009-2012. Municipio de Jiutepec.

### Atractivos Culturales y Turísticos.

Dentro del Municipio de Jiutepec, se encuentran diversos lugares turísticos, tales como: balnearios, hoteles de lujo, haciendas, entre otros. Así mismo, se cuenta con restaurantes entre los que destacan Vips, Kiku, los Delfines, la Viga, y las Palapas del camino a San Gaspar. Es importante mencionar a las diversas festividades que se llevan a cabo en el municipio como el Carnaval, la procesión del Viernes Santo, la Feria del Señor Santiago y las Fiestas Patrias.



**Foto III.2.3.7 y III.2.3.8** Carnaval del municipio de Jiutepec, Morelos; el cual es uno de sus principales atractivos turísticos.

A este municipio acuden visitantes de diferentes partes del país, principalmente del Distrito Federal, Estado de México, Puebla y Guerrero, lo cual genera una importante derrama económica para el desarrollo del Municipio. Aunado a lo anterior, cuenta con una Reserva Ecológica conocida como Predio los Venados, el cual se localiza junto a la colonia Las Fincas, a este lugar llegan aves de muchos tipos y se han encontrado reliquias muy antiguas que son resguardadas por el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH).

Fuente: Enciclopedia de los Municipios de México, Municipio de Jiutepec.





## Gastronomía

La gastronomía del municipio de Jiutepec se caracteriza principalmente por el consumo de tortillas hechas a mano y el consumo de frijol cosechado en el año, costumbres que han ido desapareciendo debido al proceso de urbanización por el que atraviesa el municipio; sin embargo, tratando de que prevalezcan estas tradiciones, es común ver en algunas festividades del municipio la elaboración de estos productos. Aunado a lo anterior, en Jiutepec también se preparan platillos como mole verde, mole de pipían, mole rojo de guajolote, salsa verde con guajes, quesadillas, mixiotes de pollo, entre otros. Cabe mencionar que el mole verde de pipían, los iztloatamalle y los tamalli, únicamente se preparan una vez al año en el pueblo de Tejalpa (el 18 de Octubre) y se ofrecen gratuitamente a todos los asistentes a la celebración.

Fuente: Plan Municipal de Desarrollo 2009-2012. Municipio de Jiutepec.

### Municipio de Yautepec de Zaragoza, Morelos.

De acuerdo a los resultados presentados por el Censo de Población y Vivienda en el año 2005, el municipio contaba con un total de 84 513 habitantes, de los cuales 40 871 (48,36%) eran hombres y 43 642 (51,63%) mujeres. Además es el municipio con mayor Índice de Densidad Poblacional del Estado de Morelos, ya que para el 2010 su población ocupaba el 5,15% a nivel estatal; lo anterior, debido a que la Tasa de Crecimiento Poblacional había incrementado a un ritmo acelerado, pues el número de habitantes se incrementó a 97 827, de los cuales 47 581 son hombres y 50 246 mujeres (Ver Figura III.2.3.13). A continuación se describen las características principales de la población municipal.



Foto III.2.3.9 Vista aérea de la población de Yautepec de Zaragoza, Morelos; la cual cuenta con 97 827 habitantes.



Tabla III.2.3.10 Principales características de la población del municipio de Yautepec de Zaragoza.

Característica	Año	Cantidad
Población total	2010	97 827
Población total hombres	2010	47 581
Población total mujeres	2010	50 246
Relación hombres-mujeres	2010	94,70 %
Porcentaje de población de 15 a 29 años	2005	26,20 %
Porcentaje de población de 15 a 29 años hombres	2005	25,70 %
Porcentaje de población de 15 a 29 años mujeres	2005	26,70 %
Porcentaje de población de 60 y más años	2005	9,10 %
Porcentaje de población de 60 y más años hombres.	2005	9,10 %
Porcentaje de población de 60 y más años mujeres	2005	9,10 %
Total de Hogares Censados	2010	25 634
Total de Hogares con jefe hombre	2010	18 408
Total de Hogares con jefe mujer	2010	7 226
Total de Nacimientos	2009	1960
Total de Nacimientos hombres	2009	1 013
Total de Nacimientos mujeres	2009	947
Total de Defunciones generales	2009	423
Total de Defunciones generales hombres	2009	245
Total de Defunciones generales mujeres	2009	178
Matrimonios	2009	269
Divorcios	2009	43

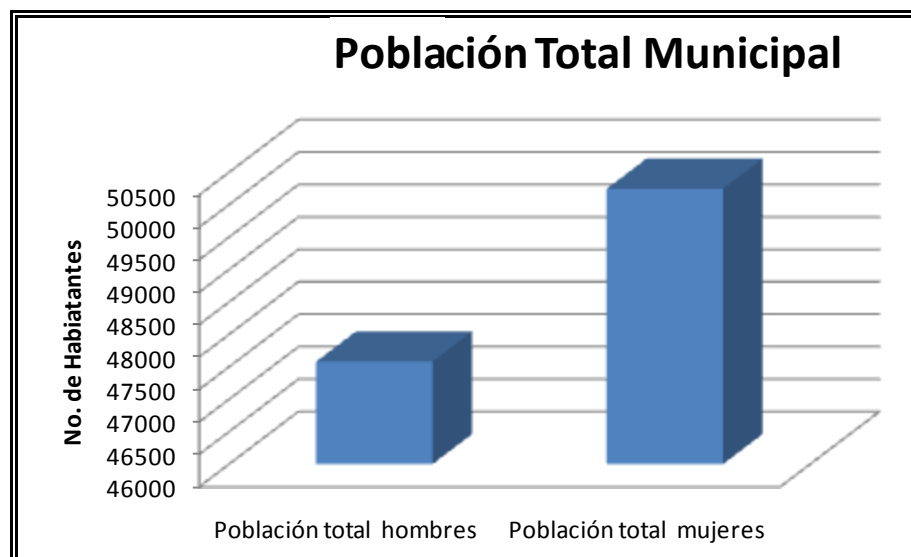


Figura III.2.3.13 Población total del municipio de Yautepec de Zaragoza.

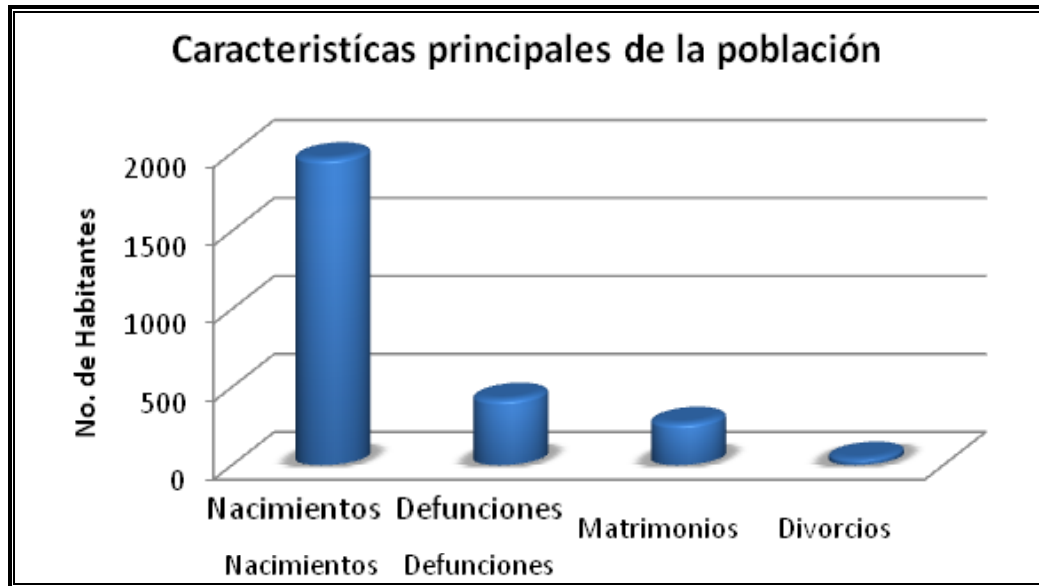


Figura III.2.3.14 Características principales de la población de Yautepec de Zaragoza.

Fuente: INEGI XIII Censo General de Población y Vivienda 2010.

Cabe mencionar, que la población del municipio de Yautepec de Zaragoza, está compuesta por 1 517 (1,55%) pobladores indígenas, de los cuales 661 habitantes hablan lengua indígena y el resto español; así mismo, cuenta con 8 902 (9,1%) adultos mayores, y 25 630 (26,2%) jóvenes. Así mismo, cuenta con un Índice de Desarrollo Medio-Alto, por lo que se ubica en el lugar 477 del total de los municipios de la república mexicana. Esto debido principalmente al desarrollo de infraestructura y equipamiento social (educación, cultura, deporte y recreación). En lo que respecta a la educación, el municipio cuenta con diferentes instituciones destinadas a la impartición de conocimientos en los distintos niveles educativos. (Ver Tabla III.2.3.11).

Tabla III.2.3.11 Estructura del sistema educativo del municipio de Yautepec de Zaragoza.

	Nivel							
	Inicial	Especial	Preescolar	Primaria	Secundaria	Media Terminal/Técnico	Media Superior	Superior
Inmuebles	11	1	47	57	21	3	8	0
Escuelas por turno	11	5	64	69	24	3	9	2
Alumnos Hombres	40	88	1 669	6 657	2 967	3	1 181	203
Alumnos Mujeres	32	65	1 744	6 335	3 057	94	1 356	315
Docentes	20	10	154	462	228	12	106	65
Docentes Especial	1	40	22	120	68	2	30	0
Administrativo	23	10	29	50	188	1	83	19
Grupos	24	10	178	487	199	12	70	0
Aulas Existentes	18	11	125	68	171	12	76	0



## Economía

Para el municipio de Yautepec de Zaragoza, las actividades económicas más importantes, son las relacionadas con la agricultura, la ganadería, la industria y el comercio. De acuerdo a datos registrados por el INEGI, el sector primario representa el 11,74%, el sector secundario el 25,51% y el terciario el 62,74% del valor total del Producto Interno Bruto generado por el Municipio. En base en lo anterior, se determina que la economía del municipio se sustenta principalmente en las actividades pertenecientes al sector terciario (Turismo, Comercio y Servicios).

Fuente: Plan Municipal de Desarrollo 2009-2012. Municipio de Yautepec de Zaragoza.

Tabla III.2.3.12 Población económicamente activa por sector económico.

Sector	Actividades Económicas	No. de Habitantes
Primario	Agricultura y Ganadería	3 139
Secundario	Industria y Alfarería	5 177
Terciario	Turismo, Comercio y Servicios	8 083

Fuente: Enciclopedia de los Municipios de México, Municipio de Yautepec de Zaragoza.

## Principales Sectores, Productos y Servicios

### Agricultura

Como se mencionó anteriormente, el sector primario ocupa el 11,74% del aporte económico del municipio de Yautepec de Zaragoza, el cual está conformado por 9 ejidos (Itzamatitlán, la Nopalera, el Caracol, San Carlos, Cocoyoc, Ignacio Bastida, Oaxtepec, Oacalco y Yautepec), en los que se cultivan 4 086 Has, de las cuales 2 062 Has son de riego y 2 024 Has de temporal; del total de hectáreas cultivadas, el 33,26% están dedicadas a la producción de caña de azúcar, el 21,95% al cultivo de sorgo de grano y el 18,32% al cultivo de maíz, siendo estos los más importantes del municipio. Además el 26,47% de la superficie está dedicada al viverismo y a los cultivos de hortalizas, flores y frutos. Cabe mencionar, que de los tres principales cultivos del municipio se estima un ingreso anual aproximado de \$155 231 000, destacando la producción de caña de azúcar (230 000 Ton.) (Ver Tabla III.2.3.4 y Figura III.2.3.6).

Fuente: Plan Municipal de Desarrollo 2009-2012. Municipio de Yautepec de Zaragoza.

Tabla III.2.3.13 Producción agrícola durante el 2009.

Producto	Producción (Ton.)	Superficie sembrada (Ha)
Caña de azúcar	230 000	1 359
Sorgo de grano	4 472	1 040
Maíz	2 209	960
Alfalfa verde	2 880	48
Frijol	3	3
Tomate rojo	274	2

Fuente: INEGI XIII Censo General de Población y Vivienda 2010.





## Ganadería

Conforme a datos registrados en el Censo Agrícola, Ganadero y Forestal, la producción ganadera al igual que la agricultura es un detonante en la economía del municipio de Yautepec de Zaragoza, ya que el valor anual aproximado de la producción total ganadera del municipio es de \$121 352 000, valor proveniente de la producción de carne en canal de los diferentes tipos de ganado, así como de las aves de corral. Así mismo, cuenta con una producción lechera de 834 000 L./año y una producción de miel de 33 Ton. Esta derrama económica es posible gracias a que la cría y explotación principalmente del ganado bovino, así como a las aves de corral.

**Tabla III.2.3.14** Producción ganadera del municipio de Yautepec de Zaragoza.

Especie	Producción de Carne en Canal (Ton.)
Bovino	212
Porcino	162
Ovino	16
Caprino	11
Gallináceas	4 707
<b>Total</b>	<b>5 108</b>

Fuente: Plan Municipal de Desarrollo 2009-2012. Municipio de Yautepec de Zaragoza.

## Comercio

Como se mencionó anteriormente, el dinamismo económico del municipio de Yautepec de Zaragoza se sustenta en actividades del sector terciario (62,74%), especialmente en las de comercio, servicios y turismo. El comercio es uno de los medios económicos fundamentales para el desarrollo del municipio, lo anterior debido principalmente a su ubicación geográfica, pues esta le permite ser un punto comercial dentro del estado de Morelos, ya que la población de los municipios denominados “Altos” (Tepoztlán, Totolapan, Tlalnepantla y Tlayacapan) mercan y comercian en la cabecera municipal.



**Foto III.2.3.10** Comercio existente en el municipio de Yautepec de Zaragoza.



Dentro de los principales giros comerciales que existen en el municipio, destacan los dedicados a bienes y servicios (productos alimenticios y bebidas, misceláneas, abarrotes, alimentos balanceados e insumos agropecuarios). También cuenta con comercios dedicados a la venta de refacciones automotrices, materiales para la construcción, tlapalerías, papelerías, mueblerías, farmacias, florerías, gasolineras, cantinas, bares y posadas familiares.

**Tabla III.2.3.15** Infraestructura comercial del municipio de Yautepec de Zaragoza.

<b>Categoría</b>	<b>Establecimientos</b>
Mercados Públicos	4
Mercados sobre ruedas o Tianguis	4
Oficinas Postales	19
Centros Comerciales	1
Tiendas Liconsa	8
<b>Total</b>	<b>36</b>

**Fuente:** Plan Municipal de Desarrollo 2009-2012. Municipio de Yautepec de Zaragoza.

### **Industria**

El sector secundario representa el 29,9% de la población ocupada, y aunque se cuente con un área destinada para este sector, no es considerado un factor de desarrollo económico para el municipio de Yautepec de Zaragoza, esto debido a que no existen plantas industriales que generen empleos de manera significativa. Lo anterior, debido al tipo de yacimiento presente en la región (Estratiforme y Volcánico), por lo que solo cuenta con empresas dedicadas a la explotación de minerales no metálicos (Caliza, Tezontle y agregados pétreos), dentro de las que destacan Cal y Materiales de Construcción Caliza de Yautepec, Purísima, S.A. de C.V., Canteras de Tenayo, S.A. y Triturados Wat, S.A. de C.V..

**Fuente:** Plan Municipal de Desarrollo 2009-2012. Municipio de Yautepec de Zaragoza.

### **Atractivos Culturales y Turísticos**

El turismo es la segunda actividad que destaca en el desarrollo económico del municipio, ya que es el motor del sector tanto en sus tres instancias de Gobierno, como para los prestadores de servicios turísticos presentes en la localidad.



**Foto III.2.3.11** Ex-convento de Santo Domingo, uno de los principales atractivos turísticos del municipio de Yautepec de Zaragoza.



**Tabla III.2.3.16** Principales atractivos turísticos del municipio de Yautepec de Zaragoza.

Categoría	Sitios	Establecimientos
Arquitectura Religiosa	Convento de Santa Catalina de la Siena	3
	Parroquia de la Asunción	
	Ex-convento de Santo Domingo	
Arquitectura Civil	Ex-Hacienda de Cocoyoc	5
	Ex-Hacienda San Carlos	
	Ex-Hacienda Oacalco	
	Ex-Hacienda Apanquetzalco	
	Ex-Hacienda Atlahuayan	
Recreación	El Bosque (Ejidal)	6
	El Recreo (Ejidal)	
	Itzamatitlán	
	Vista del Sol	
	Centro vacacional IMSS	
	Parque acuático Oaxtepec	
<b>Total</b>		<b>14</b>

Fuente: Plan Municipal de Desarrollo 2009-2012. Municipio de Yautepec de Zaragoza.

### Gastronomía

La gastronomía del municipio de Yautepec de Zaragoza se caracteriza principalmente por contar con platillos como el pipián, tamales de ceniza, mole rojo de guajolote, cecina con queso, crema y salsa verde, así como la típica barbacoa de cabrito y los tlacoyos de haba y frijol.

Fuente: Plan Municipal de Desarrollo 2009-2012. Municipio de Yautepec de Zaragoza.

### Municipio de Yecapixtla, Morelos.

La población del municipio de Yecapixtla alcanzó los 46 809 habitantes en el 2010, lo que representa el 2,54% respecto a la población total del estado, y lo coloca en el 12º lugar en población a nivel estatal. Con una densidad aproximada de 253 habitantes por Km<sup>2</sup> y de acuerdo a las proyecciones de la CONAPO, en el año 2030 se llegará a los 52 405 habitantes. Lo anterior, debido a que la tasa de crecimiento del municipio siempre ha mostrado comportamientos altos a medianos, pues desde la década 1950-1960 registraba apenas 1,6% cuando la estatal se encontraba en 3,5%. De acuerdo a los resultados presentados por el Censo de Población y Vivienda, actualmente el municipio cuenta con un total de 22 967 hombres y 23 842 mujeres. A continuación se describen las características principales de la población municipal.

Fuente: Plan Municipal de Desarrollo 2010-2012. Municipio de Yecapixtla.



**Tabla III.2.3.17** Principales características de la población del municipio de Yecapixtla.

Característica	Año	Cantidad
Población total	2010	46 809
Población total hombres	2010	22 967
Población total mujeres	2010	23 842
Relación hombres-mujeres	2010	96,30 %
Porcentaje de población de 15 a 29 años	2005	27,70 %
Porcentaje de población de 15 a 29 años hombres	2005	27 %
Porcentaje de población de 15 a 29 años mujeres	2005	28,40 %
Porcentaje de población de 60 y más años	2005	7,70 %
Porcentaje de población de 60 y más años hombres.	2005	7,90 %
Porcentaje de población de 60 y más años mujeres	2005	7,60 %
Total de Hogares Censados	2010	11 361
Total de Hogares con jefe hombre	2010	8 862
Total de Hogares con jefe mujer	2010	2 499
Total de Nacimientos	2009	1 065
Total de Nacimientos hombres	2009	539
Total de Nacimientos mujeres	2009	526
Total de Defunciones generales	2009	190
Total de Defunciones generales hombres	2009	116
Total de Defunciones generales mujeres	2009	74
Matrimonios	2009	112
Divorcios	2009	0

Fuente: INEGI XIII Censo General de Población y Vivienda 2010.

La categorización de la estructura de la población del municipio se condiciona principalmente, tanto por las tasas de mortalidad como por las tasas de natalidad para un período determinado. Dichas tasas producen una variación en los porcentajes respecto al total de la población. Cabe mencionar, que el comportamiento de las tasas de natalidad en el estado de Morelos, se caracterizan por un descenso paulatino y firme desde hace décadas, pues en el año 1995 se registraron 22 nacimientos por cada 1 000 habitantes, hecho que ha cambiado, ya que la tasa de natalidad ha bajado a 19,5. Así mismo, los índices de mortalidad también han mostrado comportamientos de descenso, pues en los mismos períodos se registraron 4,5 defunciones por cada 1 000 habitantes hasta llegar a 4,2. Otro factor importante es el sistema educativo existente en el municipio, ya que este impulsa el desarrollo de las comunidades, contando con instituciones que cubren desde el nivel preescolar hasta el medio superior (Ver Tabla III.2.3.18).

**Tabla III.2.3.18** Estructura del Sistema Educativo del municipio de Yecapixtla.

Nivel	Cantidad de Instituciones
Preescolar	18
Primaria	24
Secundaria	2
Telesecundaria	8
Preparatoria	1
<b>Total</b>	<b>23</b>





## Economía

La situación económica del municipio de Yecapixtla, depende principalmente de las actividades que realiza la población económicamente activa, ya que el 40% de la población se concentra en el sector agrícola y ganadero, precedido por el sector comercio y servicios con el 39% de la población y finalmente pero en igualdad de importancia el sector industrial con el 21% de su población. De acuerdo a datos reportados por el Censo Económico, el estado de Morelos obtuvo el 67% de su Producción Bruta Total (PBT) gracias a la industria manufacturera, siendo el sector industrial el que aporta mayor producción a nivel estatal y municipal, ya que aporta el 82% de la producción municipal, contribuyendo de esta forma al desarrollo del municipio.

**Tabla III.2.3.19** Población económicamente activa por sector económico.

Sector	Actividades Económicas	% de PEA
Primario	Agricultura y Ganadería	40%
Secundario	Industria y Alfarería	21%
Terciario	Turismo, Comercio y Servicios	39%

Fuente: Plan Municipal de Desarrollo 2010-2012. Municipio de Yecapixtla.

## Principales Sectores, Productos y Servicios

### Agricultura

El sector agrícola es fuente principal del desarrollo municipal, gracias a la producción de cultivos que componen la canasta básica, generando esto una ayuda para la población de Yecapixtla. El municipio, cuenta con una superficie de 11 901 Has, misma que se divide en agricultura de temporal (11 716 Has) y de condiciones de riego (185 Has), las cuales en conjunto permiten obtener cultivos como son el sorgo, maíz y frijol, mismos que en su mayor parte se destinan al autoconsumo, y una mínima parte se comercializa. Es importante mencionar la fruticultura, la cual no establece una producción de mayor importancia como los cultivos anteriores, pero forma parte del desarrollo económico de Yecapixtla, debido a que son productos que se comercializan en el mercado local y que son un atractivo para los turistas que llegan al municipio. Así mismo, existen tierras arenosas donde se produce el camote, la sandía y el cacahuate; así como tierras arcillosas, en las que se produce maíz, jitomate y calabaza, entre otros (Ver Tabla III.2.3.20).

**Tabla III.2.3.20** Producción agrícola del municipio de Yecapixtla.

Cultivo	Superficie Sembrada (Has)	Producción (Ton.)	Rendimiento (Ton./Has)	Valor de Producción (\$)
Sorgo grano	7 395	36 975	5	92 437,50
Maíz grano	5 466,50	20 233,9	3,71	71 798,65
Tomate rojo	495,1	15 309	30,92	81 414
Frijol	140,5	134,88	0,96	1 618,56
Tomate verde	136	1 904	14	7 235,20
Chile verde	80,2	320,6	4	1 795,60
Pepino	71	1 136	16	3 884,80
Cebolla	34	476	14	2 046,80
Calabacita	29	464	16	1 595,20



Ejote	6	60	10	240
-------	---	----	----	-----

Continuación... Tabla III.2.3.20 Producción Agrícola del municipio de Yecapixtla.

Cultivo	Superficie Sembrada (Has)	Producción (Ton.)	Rendimiento (Ton./Has)	Valor de Producción (\$)
Cacahuete	2	3,6	1,8	32,4
Higo	38,5	192,5	5	1 732,50
Aguacate	455	3 360	7,38	31 928
Limón	2	16	8	64
Durazno	46	440	9,56	4 310
Café cereza	60	180	3	558
Guayaba	10	46	4,6	198,4

Fuente: Plan Municipal de Desarrollo 2010-2012. Municipio de Yecapixtla.

### Ganadería

Esta actividad pertenece al sector primario, misma que en conjunto con la agricultura aporta el 15% de la Producción Bruta Total existente en el municipio de Yecapixtla, siendo la segunda actividad de mayor importancia económica para el municipio, ya que aproximadamente el 55% de la población la realiza. Lo anterior, debido a la cría y explotación de ganado, aves de corral y la apicultura; así como por la obtención de sus productos dentro de los que destacan carne, leche, huevo, lana y miel.

El ganado que presenta mayores beneficios económicos para el municipio, es el ganado bovino de doble propósito, ya que de esta especie se obtienen becerros para su venta en pie (**Ver Tabla III.2.3.21**), así como la producción de queso, y requesón; siendo el queso el más reconocido en la región por su calidad y sabor. De igual forma, el municipio de Yecapixtla a nivel estatal, es uno de los mejores productores de miel de abeja, ya que en él se encuentra una gran cantidad de apicultores, los cuales producen la miel de una forma tradicional, misma que es reconocida como una de las de más alta calidad a nivel nacional.

Fuente: Plan Municipal de Desarrollo 2010-2012. Municipio de Yecapixtla.

Tabla III.2.3.21 Producción ganadera del municipio de Yecapixtla.

Especie	Producción de Carne en Canal (Ton.)
Bovino	275
Porcino	707
Ovino	20
Caprino	4
Gallináceas	3 692
<b>Total</b>	<b>4 698</b>

Fuente: INEGI XIII Censo General de Población y Vivienda 2010.



## **Comercio**

Como se mencionó anteriormente, el sector terciario aporta el 39% del sustento económico del municipio de Yecapixtla, mismo que genera el 1,4% de la Producción Bruta Total del municipio. Dentro de sus principales servicios se cuenta con los dedicados al manejo de desechos y servicios de remediación (0,5%), le siguen en orden de importancia los servicios de alojamiento temporal y los dedicados a la preparación de alimentos y bebidas con el 0,4%; sin dejar de lado los servicios de salud y asistencia social (0,3%). Actualmente cuenta con 58 restaurantes y con más de 128 negocios relacionados con la actividad turística, no obstante, la totalidad de estos negocios tiene muy poco capital para invertir en infraestructura, lo que genera una problemática para estos establecimientos, pues no se cuenta con la solvencia necesaria para mejorar sus instalaciones y así fomentar aun más el desarrollo turístico del municipio. Además de lo anterior, cuenta con servicios de telefonía celular e internet y servicios bancarios (Banamex y BANSEFI), así como con medios de comunicación (televisión y radio).

**Fuente: Plan Municipal de Desarrollo 2010-2012. Municipio de Yecapixtla.**

## **Industria**

Actualmente el municipio de Yecapixtla, cuenta con el Parque Industrial Burlington, el cual es un importante complejo textilero que consta de 3 plantas de manufactura y una Planta para Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) y de Proceso. Dicho parque genera grandes fuentes de trabajo, así mismo permite que el municipio se ubique dentro de los nueve municipios con mayor producción manufacturera del estado de Morelos, por lo que tiene una relevancia estratégica debido a que los nueve municipios en conjunto registran 38 892 unidades empresariales, correspondientes al 61 % del total estatal, mismas que generan empleo para 146 644 personas en edad laboral que representan el 55,5% de la población ocupada de Morelos.



**Foto III.2.3.12** Industria manufacturera existente en el municipio de Yecapixtla.

**Fuente: Plan Municipal de Desarrollo 2010-2012. Municipio de Yecapixtla.**



### Atractivos Culturales y Turísticos

El municipio de Yecapixtla, se caracteriza principalmente por su “Turismo Cultural”, el cual está definido como: el viaje para conocer, comprender y disfrutar el conjunto de rasgos y elementos distintivos, espirituales y materiales, intelectuales y afectivos que caracterizan a su sociedad. Contando con sitios religiosos, tales como el Ex Convento de San Juan Bautista, declarado patrimonio de la humanidad por la UNESCO en el año de 1995 y perteneciente a la ruta del Volcán Popocatepetl, mejor conocida como la “Ruta de los Conventos”.



**Foto III.2.3.13** Ex-convento de San Juan Bautista, perteneciente a la “Ruta de los Conventos” del Estado de Morelos y declarado patrimonio de la Humanidad.



**Foto III.2.3.14** Ruta de los Conventos del Estado de Morelos.

Así mismo, tiene otras iglesias y estructuras de alto valor arquitectónico caracterizadas por combinaciones de estilos europeos con simbolismos indígenas que las hacen únicas en el mundo, como la de Pazulco; además, cuenta con exquisitas pinturas. Desafortunadamente estos sitios históricos han sufrido los estragos del tiempo, del clima y de los problemas socioculturales, mismos que han causado su deterioro.

Por otra parte, el municipio de Yecapixtla cuenta con el “Turismo Gastronómico”, mismo que se refiere a la visita de un destino en particular sólo para conocer y experimentar determinados tipos de comidas y bebidas de la región, así como para conocer las especialidades gastronómicas que se preparan en fechas específicas ó porque son de temporada, para conocer sus ingredientes e incluso para aprender a prepararlos. En el municipio también existe el turismo de aventura con una compañía asentada en la localidad de Huexca, la cual oferta servicios de paracaidismo.

**Fuente:** Plan Municipal de Desarrollo 2010-2012. Municipio de Yecapixtla.

### Gastronomía

La gastronomía yecapixtlense es famosa principalmente por la elaboración de Cecina de Res, así mismo cuenta con más atractivos como el queso y la crema de Achichipico, mismos que tienen su origen en épocas prehispánicas, y que son menos conocidos pero que indudablemente pueden fortalecer la actividad turística de la localidad. Además de lo anterior, cuenta con exquisitos platillos





dentro de los cuales destacan los pitos de tzompantli (flores de colorín) y también los de carne de puerco enchilada.

Fuente: Plan Municipal de Desarrollo 2010-2012. Municipio de Yecapixtla.

**Municipio de Tlayacapan, Morelos.**

El municipio de Tlayacapan cuenta con una población total de 16 543 habitantes, misma que representa el 0,93 % de la población total del estado de Morelos.

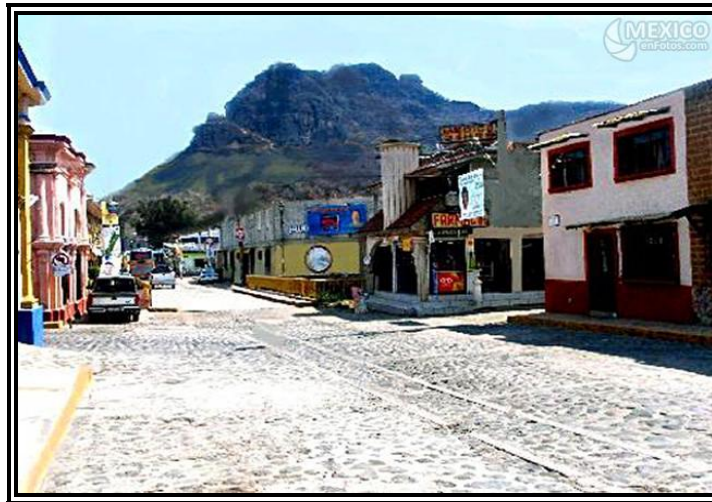


Foto III.2.3.15 Vista aérea de la población de Tlayacapan, Morelos, la cual cuenta con 16 543 habitantes.

De la población total del municipio, la cantidad correspondiente por género es de 16 543 habitantes, de los cuales 8 102 son hombres y 8 441 (Ver Figura III.2.3.15).

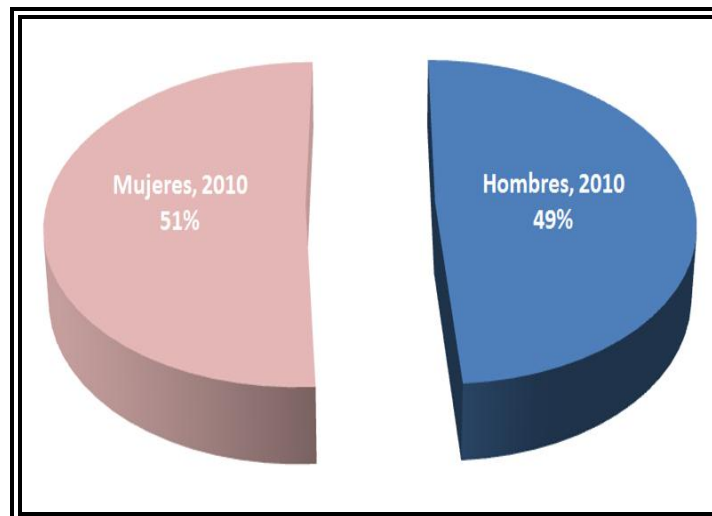


Figura III.2.3.15 Porcentaje de población por género del municipio de Tlayacapan.

Fuente: INEGI XIII Censo General de Población y Vivienda 2010

A continuación se presentan las características principales de la población del municipio de Tlayacapan (Ver Tabla III.2.3.22).

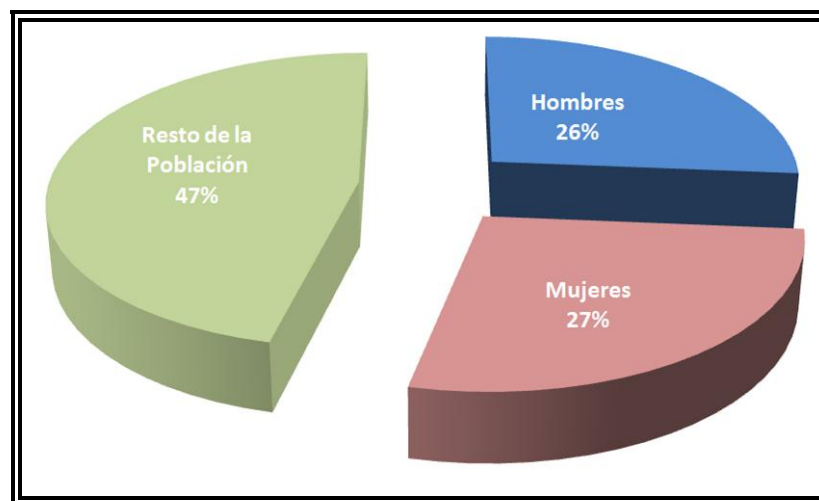


**Tabla III.2.3.22** Características principales de la población del municipio de Tlayacapan.

Población	Año	Referencia
Población total	2010	16 543
Población total hombres	2010	8 102
Población total mujeres	2010	8 441
Relación hombres-mujeres	2010	96 %
Porcentaje de población de 15 a 29 años	2005	26,8 %
Porcentaje de población de 15 a 29 años hombres	2005	26,3 %
Porcentaje de población de 15 a 29 años mujeres	2005	27,3 %
Porcentaje de población de 60 y más años	2005	9,6 %
Porcentaje de población de 60 y más años hombres.	2005	9,8 %
Porcentaje de población de 60 y más años mujeres	2005	9,4 %
Total de Hogares Censados	2010	4 002
Total de Hogares con Jefatura Masculina	2010	3 261
Total de Hogares con Jefatura Femenina	2010	741
Total de Nacimientos	2008	365
Total de Nacimientos hombres	2008	178
Total de Nacimientos mujeres	2008	187
Total de Defunciones generales	2009	61
Total de Defunciones generales hombres	2009	31
Total de Defunciones generales mujeres	2009	30
Matrimonios	2008	71
Divorcios	2008	0

Fuente: INEGI XIII Censo General de Población y Vivienda 2010.

De la población total existente en el municipio, 4 434 habitantes están dentro del rango de edad de 15 a 29 años, de los cuales el 26,3 % son hombres y el 27,3 % mujeres (**Ver Figura IV.2.4.16**).



**Figura III.2.3.16** Porcentaje de hombres y mujeres dentro del rango de edad de 15 a 29 años.

Fuente: INEGI XIII Censo General de Población y Vivienda 2010.



Del total de hogares censados en el año 2010, en el municipio existen 3 261 hogares con jefatura masculina y 741 con jefatura femenina. En la siguiente figura se muestran los porcentajes correspondientes al tipo de Jefatura que se tiene en los hogares del municipio (Ver Figura IV.2.4.17).

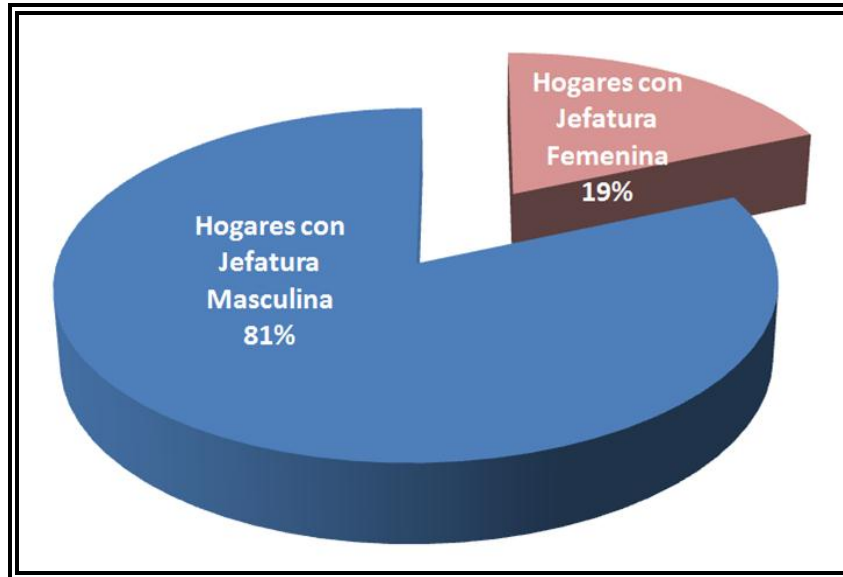


Figura III.2.3.17 Jefatura en los hogares del municipio de Tlayacapan.

Fuente: INEGI XIII Censo General de Población y Vivienda 2010.

En el municipio de Tlayacapan, la actividad económica depende prioritariamente del sector agropecuario y la actual administración pretende promover e incentivar que se gestionen actividades para coadyuvar en el desarrollo económico de la población, centrándose en la generación de empleos y el crecimiento económico.

Para ampliar los retos económicos, se plantean estrategias que permitan alcanzar objetivos en cada una de las direcciones: política, social y económica, y así promover y hacer valer las leyes, los reglamentos, los valores y los principios establecidos. La política económica se enfoca en hacer que la economía crezca y que la población mejore sus condiciones de vida. Explotar de manera responsable las riquezas que tiene el municipio, la prioridad es impulsar el desarrollo sustentable que se necesita y continuar gestionando ante las dependencias de los tres niveles de gobierno los programas, para que los productores sean los que principalmente se beneficien y donde el gobierno municipal sea un conducto de vinculación.

### Economía

Dentro del municipio, en los últimos años se ha presentado un proceso de concentración urbana, mismo que ha permitido mantener hasta ahora un nivel satisfactorio en la cobertura de los servicios públicos. El municipio de Tlayacapan ocupa hoy un buen lugar en el ámbito nacional en cuanto a la calidad de vida presente entre sus habitantes. De acuerdo con datos del INEGI, el municipio de Tlayacapan tiene un grado bajo de marginación, ocupando el lugar 17 en el estado y el lugar 1 848 entre los municipios a nivel nacional. Cabe mencionar, que el porcentaje de su población que se encuentra económicamente activa desocupada es del 1,6 %, por lo tanto el 98,4 % de su población se encuentra económicamente activa. A continuación se describen las principales actividades que se desarrollan en el municipio de Tlayacapan (Ver Tabla III.2.3.23).

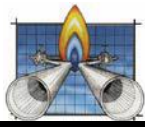


Tabla III.2.3.23 Principales actividades económicas del municipio de Tlayacapan.

Sector Productivo	Actividades del Sector	Porcentaje del PEA
Primario	Agricultura, Ganadería, Caza y Pesca	39,08 %
Secundario	Minería, Extracción de Petróleo y Gas Natural e Industria Manufacturera	20,31 %
Terciario	Comercio, Transporte y Comunicaciones y Servicios Financieros	39,01 %
Desocupado	-	1,6 %

Fuente: Plan Municipal de Desarrollo 2009-2012. Municipio de Tlayacapan.

Aunado a lo anterior, se presenta una gráfica representativa de las principales actividades económicas del municipio de Tlayacapan (Ver Figura III.2.3.18).

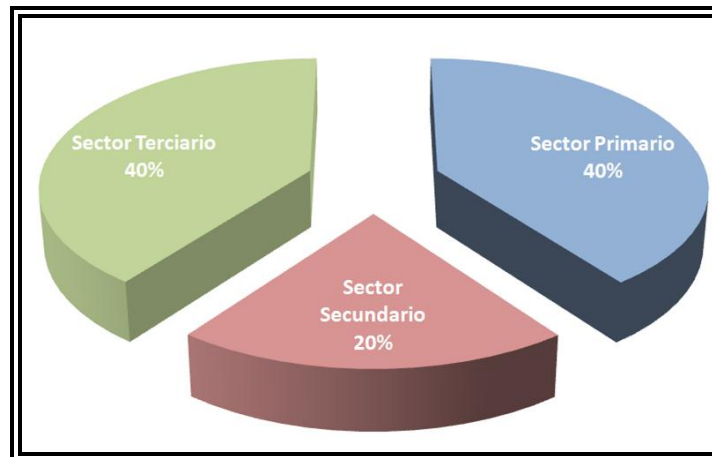


Figura III.2.3.18 Principales actividades económicas del municipio de Tlayacapan.

Fuente: Plan Municipal de Desarrollo 2009-2012. Municipio de Tlayacapan.

Como se aprecia en la **Figura III.2.3.18**, el sector primario abarca la población dedicada a la agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, caza y pesca; el sector secundario esta representado por toda la población cuya ocupación esta en las industrias manufactureras; y por último, el sector terciario abarca las actividades comerciales realizadas en el municipio.

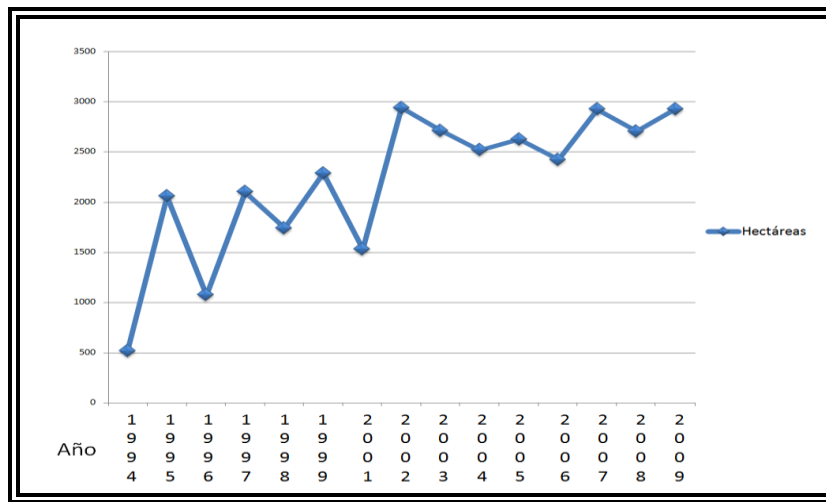




**Principales Sectores, Productos y Servicios**

**Agricultura**

En el municipio se producen principalmente cultivos cíclicos, dentro de los cuales el tomate verde abarca una mayor superficie territorial, seguido por el maíz y el jitomate, ya que el municipio cuenta con una superficie total de 5 213,6 Has, de las cuales se utilizan 2 927 Has para uso agrícola. A continuación se muestra una gráfica que representa el total de la superficie sembrada en el municipio de Tlayacapan en un período de tiempo que comprende del año 1994 al 2009 (Ver Figura III.2.3.19).



**Figura III.2.3.19** Superficie sembrada por año en el municipio de Tlayacapan.

Fuente: INEGI XIII Censo General de Población y Vivienda 2010.

A continuación se muestran los datos correspondientes a las superficies sembradas con los principales cultivos del municipio.

**Tabla III.2.3.24** Superficies sembradas por año de los principales cultivos en el municipio de Tlayacapan.

Cultivo	Superficie Sembrada por año (Has)					
	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Calabacita	116	104	61	97	72	98,5
Caña de Azúcar	120	120	16	29	131	139
Fríjol	40	10	30	34	56	65
Maíz	1 298	710	1 471	996	1 040	1 048
Pepino	151	153	114	156	165	172
Tomate Rojo	476	198	557	517	349	392,5
Tomate Verde	273	193	593	741	484	460,51

Fuente: Plan Municipal de Desarrollo 2009-2012. Municipio de Tlayacapan.



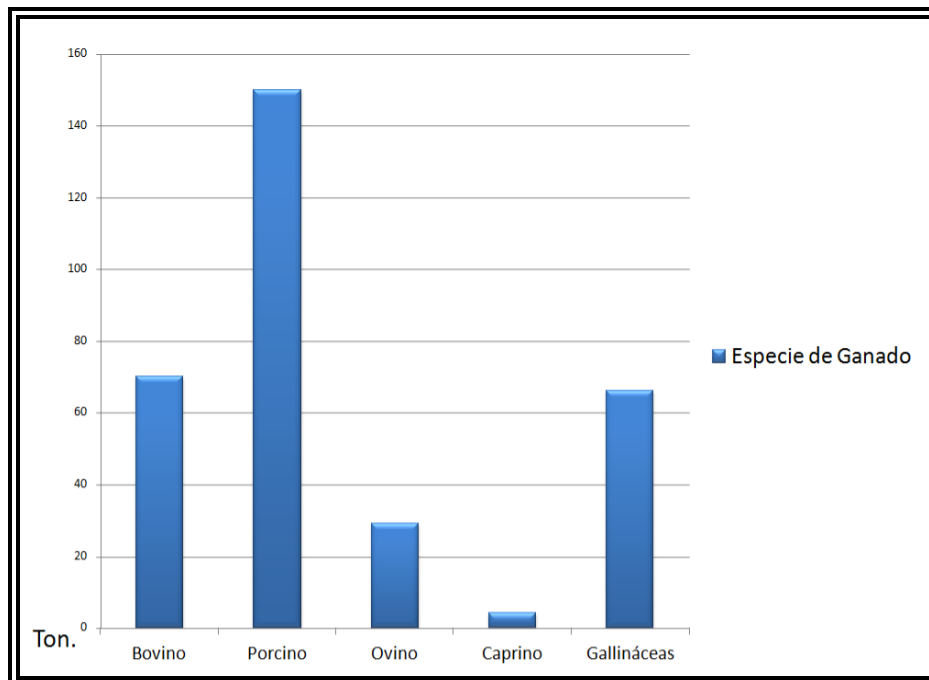
### Ganadería

En el municipio de Tlayacapan se tiene una práctica muy reducida para esta actividad, se cuenta con cabezas de ganado bovino, porcino, ovino, caprino, además de distintas especies de aves. A continuación se indican los volúmenes de producción de carne en canal de las principales especies de ganado del municipio en el año 2009.

**Tabla III.2.3.25** Producción de carne en canal por especie en el municipio de Tlayacapan.

Especie	Producción de carne en canal Durante el 2009 (Ton.)
Bovino	70
Porcino	150
Ovino	29
Caprino	4
Gallináceas	66

En la siguiente gráfica se puede apreciar una gran producción en cuanto a carne de ganado porcino se refiere, misma que es seguida por la producción de las especies bovina y gallinácea, respectivamente.



**Figura III.2.3.20** Producción de carne en canal por especie en el municipio de Tlayacapan.

Fuente: INEGI XIII Censo General de Población y Vivienda 2010.



## Comercio

En el comercio del municipio de Tlayacapan, se presentan diferentes establecimientos comerciales dentro de las que destacan tiendas de abasto popular, tiendas, mercados ambulantes, un mercado municipal, misceláneas, papelerías, casas de fertilizantes, casas de materiales para la construcción, una ferretería, además se cuenta con establecimientos no regulados que van desde boneterías, sastrerías, funerarias, vulcanizadoras, talleres mecánicos, renta de salones de fiesta, salas y academias de belleza, etc. (Ver **Tabla III.2.3.26**).

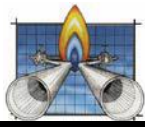
**Tabla III.2.3.26** Principales establecimientos comerciales del municipio de Tlayacapan.

Establecimientos Comerciales	Cantidad de Establecimientos durante el 2009
Tiendas de Abasto	7
Tiendas	23
Mercados Ambulantes	2
Mercado Municipal	1
Oficinas Postales	2
Misceláneas	9
Papelerías	2
Casas de Fertilizantes	4
Casas de Materiales para la Construcción	2
Ferreterías	1

Fuente: Plan Municipal de Desarrollo 2009-2012. Municipio de Tlayacapan.



Foto III.2.3.16 Mercado ambulante



existente en el municipio de Tlayacapan.

## **Industria**

Debido a que dentro del municipio se promueve el establecimiento de empresas y el fortalecimiento de la industria, en la actualidad se encuentran en operación microempresas, pequeñas, medianas y grandes empresas, siendo las más destacadas las del ramo de la cerámica y alfarería principalmente en el barrio de Texcalpa.



**Foto III.2.3.17** Artículos procedentes de la industria artesanal (Cerámica y Alfarería) del municipio de Tlayacapan.

Además en el municipio se cuenta con un área de orientación para la formulación y evaluación de proyectos de preinversión en los cuales se pueda identificar viabilidad económica. Entre otros servicios que ofrece el municipio de Tlayacapan, es que brinda una promoción para capitales foráneos que deseen instalarse en la zona de reserva industrial, esto con el objetivo de seguir fomentando el desarrollo industrial y económico del municipio.

## **Atractivos Culturales y Turísticos.**

Dentro del municipio, el sector turístico es uno de los más relevantes debido a que representa la rama que por su propia actividad económica propicia la generación de empleos con mayor facilidad.

Como principal objetivo en cuanto a turismo se refiere, el municipio de Tlayacapan contempla promover el mejoramiento y crecimiento de la infraestructura turística con la cual dispone en la actualidad. Sus principales atractivos culturales y turísticos son:

- Monumentos Históricos: El ex convento de San Juan Bautista, mismo que fue declarado por la Unesco en 1996 como patrimonio de la humanidad; Capillas de Barrio dentro de las cuales destacan las de San Jerónimo, San Martín, Santa Cruz de Altica, La Magdalena, La Tlaxcalchica, Nuestra Señora del Tránsito y la capilla de La Concepción. Todas estas capillas





son llamadas de barrio, debido a que representan simbólicamente a cada uno de los barrios de la Cabecera Municipal.

- Haciendas: La ex hacienda de San Nicolás, la cual se encuentra ubicada en la colonia de Pantitlán. Se cree que dicha hacienda perteneció a Hernan Cortés en el año de 1522, para que posteriormente el 12 de Octubre el Gobierno Nacional la confiscara y tomara su administración.
- Museos: Dentro del ex convento de San Juan Bautista se ofrece como atractivo los frescos que se plasmaron desde sus inicios, mismos que muestran y representan la forma de expresión de los Padres Agustinos quienes fueron los primeros evangelizadores del Municipio; Otro atractivo turístico que ofrece la exposición de momias que fueron encontradas en la Nave Mayor de la iglesia, mismas que muestran la forma de vida de las personas que en ese tiempo habitaron la región.
- Monumentos Arquitectónicos: Centro cultural “La Cacería”, monumento que data del siglo XVII, este edificio fue en su esplendor una fabulosa fábrica de velas, a la fecha este edificio fue reparado y convertido en centro cultural en donde muy a menudo se montan exposiciones de fotografías, figuras y costumbres de distintos lugares.



**Foto III.2.3.18** Ex-convento de San Juan Bautista, uno de los principales atractivos turísticos del municipio.

**Fiestas, Tradiciones y Danzas:**

Uno de los principales turísticos del municipio es el carnaval de Tlayacapan el cual se lleva a a cabo tres días antes del miércoles de ceniza; otro de los atractivos turísticos principales se realiza el primer viernes de cuaresma, mediante la celebración en honor al Señor de la Exaltación; además el cuarto viernes de cuaresma se desarrolla la festividad que conmemora a Nuestra Señora del Transito; aunado a las anteriores fiestas tradicionales a continuación se muestra una tabla con las fiestas más representativas del municipio.

**Tabla III.2.3.27** Fiestas Tradicionales del Municipio de Tlayacapan.

Fecha	Festejo
3 de Mayo	Fiesta de la Santa Cruz, en la capilla de Altica, y en la ermita de la Tlaxcalchica, así como en todas las cruces ubicadas en lo alto de los cerros que rodean al pueblo.
24 de Junio	Festividad en honor a San Juan Bautista, patrono de esta Población, con una misa, y por la tarde unas horas con banda de viento.



25 de Julio	Festividad en honor a Santiago Apóstol, en la capilla del Barrio de los alfareros, con danzas prehispánicas.
15 de Agosto	Festividad en honor a San Agustín, patrono de la Comunidad de San Agustín.
7 de Octubre	Festividad en honor a la virgen del Rosario, que se lleva a cabo en el barrio de su mismo nombre con torito de luces.
30 de Noviembre	Festividad al señor San Andrés, Patrono de la Comunidad de San Andrés.

*Fuente: Plan Municipal de Desarrollo 2009-2012. Municipio de Tlayacapan.*

### **Gastronomía**

El municipio de Tlayacapan se distingue principalmente por contar con una amplia gastronomía, de la que destacan platillos como el mole verde de pepita (pipian) con tamales de ceniza, charales y frijoles blancos, mole rojo de pepita con tamales de ceniza y frijol cocido, mole de guajolotes, salsa verde, tlacoyos de haba y frijol, entre otros.

*Fuente: Enciclopedia de los Municipios. Tlayacapan, Morelos.*

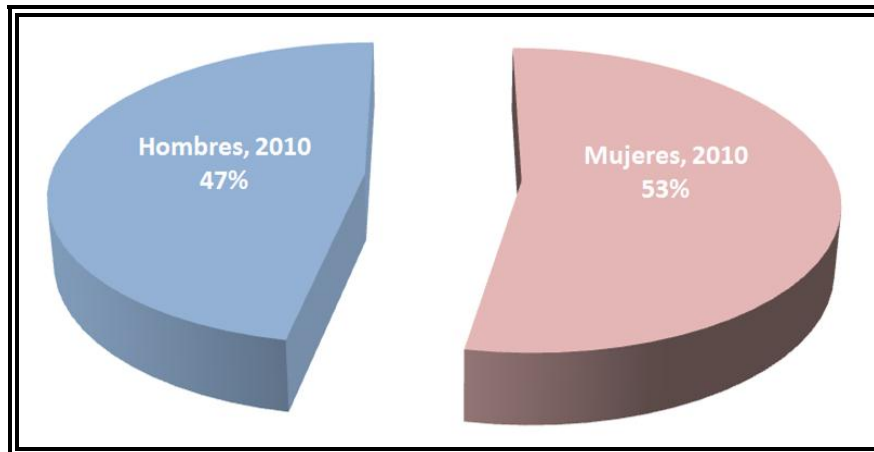
### **Municipio de Cuautla**

El municipio de Cuautla cuenta con una población total de 175 207, misma que representa el 9.85% de la población total del estado de Morelos.



**Foto III.2.3.19** Entrada principal del municipio de Cuautla, Morelos; el cual cuenta con 175 207 habitantes.

Dentro de la población total del municipio, la cantidad correspondiente por género es de 175 207 habitantes, de los cuales 83 676 son hombres y 91 531 mujeres (**Ver Figura IV.2.4.21**).



**Figura III.2.3.21** Porcentaje de Población municipal por género en el Municipio de Cuautla.

*Fuente: INEGI XIII Censo General de Población y Vivienda 2010.*

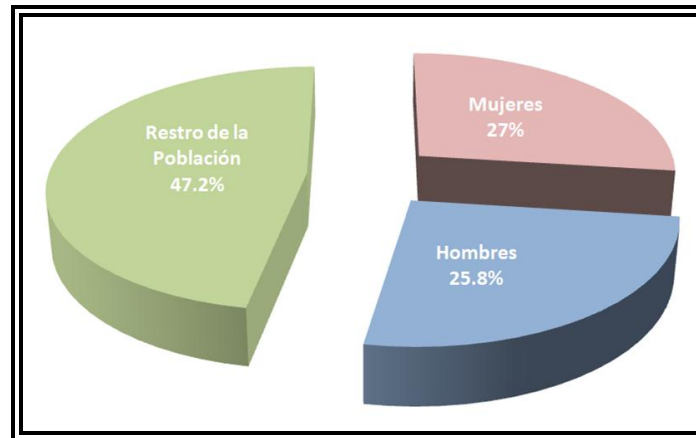
A continuación se presenta la tabla con las características principales de la población en el municipio de Cuautla.

**Tabla III.2.3.28** Características principales de la población del municipio de Cuautla.

Población	Año	Referencia
Población total	2010	175 207
Población total hombres	2010	83 676
Población total mujeres	2010	91 531
Relación hombres-mujeres	2010	91,4 %
Porcentaje de población de 15 a 29 años	2005	26,4 %
Porcentaje de población de 15 a 29 años hombres	2005	25,8 %
Porcentaje de población de 15 a 29 años mujeres	2005	27 %
Porcentaje de población de 60 y más años	2005	9,4 %
Porcentaje de población de 60 y más años hombres.	2005	9 %
Porcentaje de población de 60 y más años mujeres	2005	9,7 %
Total de Hogares Censados	2010	46 060
Total de Hogares con Jefatura Masculina	2010	32 477
Total de Hogares con Jefatura Femenina	2010	13 583
Total de Nacimientos	2008	3 826
Total de Nacimientos hombres	2008	1 906
Total de Nacimientos mujeres	2008	1 919
Total de Defunciones generales	2009	957
Total de Defunciones generales hombres	2009	496
Total de Defunciones generales mujeres	2009	457
Matrimonios	2008	630
Divorcios	2008	183

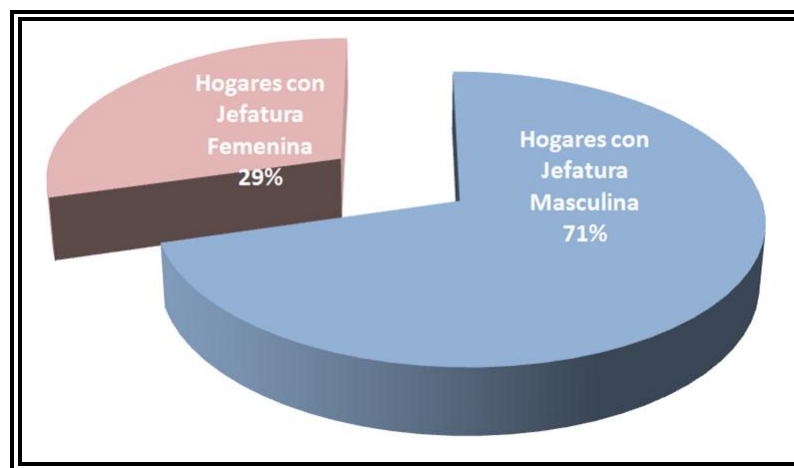
*Fuente: INEGI XIII Censo General de Población y Vivienda 2010.*

De la población total existente en el municipio 46 254 habitantes están dentro del rango de edad de 15 a 29 años, de los cuales el 25,8 % son hombres y el 27 % son mujeres. (**Ver Figura IV.2.4.22**).



**Figura III.2.3.22** Porcentaje de Hombres y Mujeres dentro del Rango de edad de 15 a 29 años.

Del total de hogares censados en el año 2010 dentro del municipio están presentes 32 477 hogares con jefatura masculina y 13 583 con jefatura femenina. En la siguiente figura se muestran los porcentajes correspondientes al tipo de Jefatura que se tiene en los hogares del municipio.



**Figura III.2.3.23** Jefatura en los Hogares del municipio de Cuautla.

*Fuente: INEGI XIII Censo General de Población y Vivienda 2010.*

El municipio de Cuautla, ocupa el primer lugar en actividad económica dentro del estado, dicha actividad depende prioritariamente del sector terciario, mientras que el comercio al por menor le sigue en importancia. En términos relativos la aportación de ambos sectores de actividad, así como los servicios privados no financieros son los que más se han incrementado en la última década.

La actual administración pretende promover e incentivar que se gestionen actividades para coadyuvar en el desarrollo económico de la población, centrando la generación de empleos y el crecimiento económico.

Para ampliar los retos económicos se plantean estrategias que permitan alcanzar objetivos en cada una de las direcciones: política, social y económica, y así promover y hacer valer las leyes, los reglamentos, los valores y los principios establecidos. La política económica se enfoca en hacer que la economía crezca y que la población mejore sus condiciones de vida. Explotar de manera responsable las riquezas que tiene el municipio, la prioridad es impulsar el desarrollo sustentable que se necesita y continuar gestionando ante las dependencias de los tres niveles de gobierno los programas, para que los





productores sean los que principalmente se beneficien y donde el gobierno municipal sea un conducto de vinculación.

### **Economía**

En lo que se refiere a aspectos laborales el municipio de Cuautla ha ido cambiando la composición de la mano de obra de acuerdo con los sectores económicos, cuya tendencia es tener una mayor ocupación en los sectores industrial, comercial y de servicios, es decir secundario y el terciario. El municipio de Cuautla ocupa hoy un buen lugar en el ámbito nacional en cuanto a la calidad de vida presente entre sus habitantes. De acuerdo con datos del INEGI, el municipio de Cuautla tiene un grado muy bajo de marginación, ocupando el lugar 30 en el estado y el lugar 2286 entre los municipios a nivel nacional. Cabe mencionar que de un total de 75 588 habitantes que representan a la población económicamente activa, 2 748 habitantes de su población se encuentran dentro del sector económicamente activo desocupado, por lo tanto 72 840 se encuentran económicamente activos. A continuación se describen las actividades principales que se desarrollan en el municipio de Cuautla. **(Ver Tabla III.2.3.29).**

**Tabla III.2.3.29** Principales Actividades Económicas del Municipio de Cuautla.

<b>Sector Productivo</b>	<b>Actividades del Sector</b>	<b>Porcentaje de la PEA</b>
Primario	Agricultura, Ganadería, Caza y Pesca	9 %
Secundario	Minería, Extracción de Petróleo y Gas Natural e Industria Manufacturera	23 %
Terciario	Comercio, Transporte y Comunicaciones y Servicios Financieros	66 %

*Fuente: Plan Municipal de Desarrollo 2011-2013. Municipio de Cuautla.*

Aunado a los datos anteriores, se presenta la gráfica representativa de las principales actividades económicas del municipio de Cuautla. **(Ver Figura III.2.3.30).**

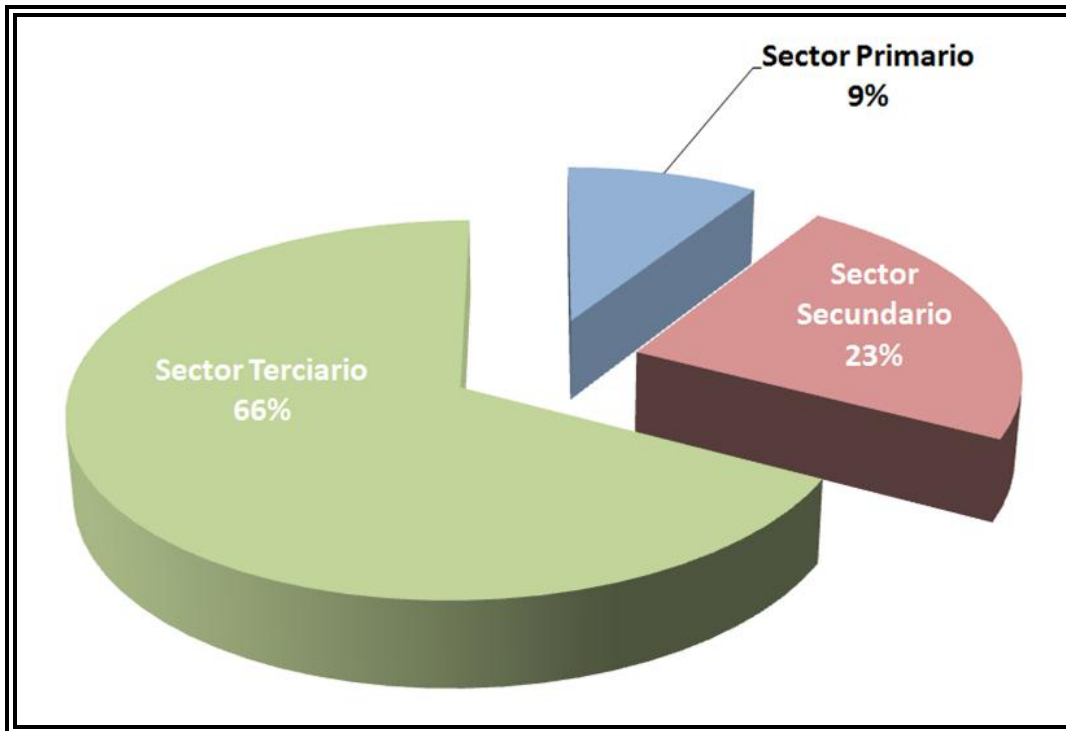


Figura III.2.3.30 Principales Actividades Económicas del Municipio de Cuautla.

Fuente: Plan Municipal de Desarrollo 2011-2013. Municipio de Cuautla.

### **Principales Sectores, Productos y Servicios**

#### **Agricultura**

El municipio cuenta con una superficie para el uso agrícola de 7,720 Has, la agricultura del municipio en particular se basa en la explotación intensiva de áreas de riego donde se cultiva principalmente, caña de azúcar, arroz, maíz, frijol y hortalizas. En las áreas de temporal se cultiva principalmente maíz y sorgo.

A continuación se muestra la gráfica que representa el total de la superficie sembrada en el municipio de Cuautla en un período de tiempo que comprende desde el año de 1994 al 2009. (Ver Figura III.2.3.31).

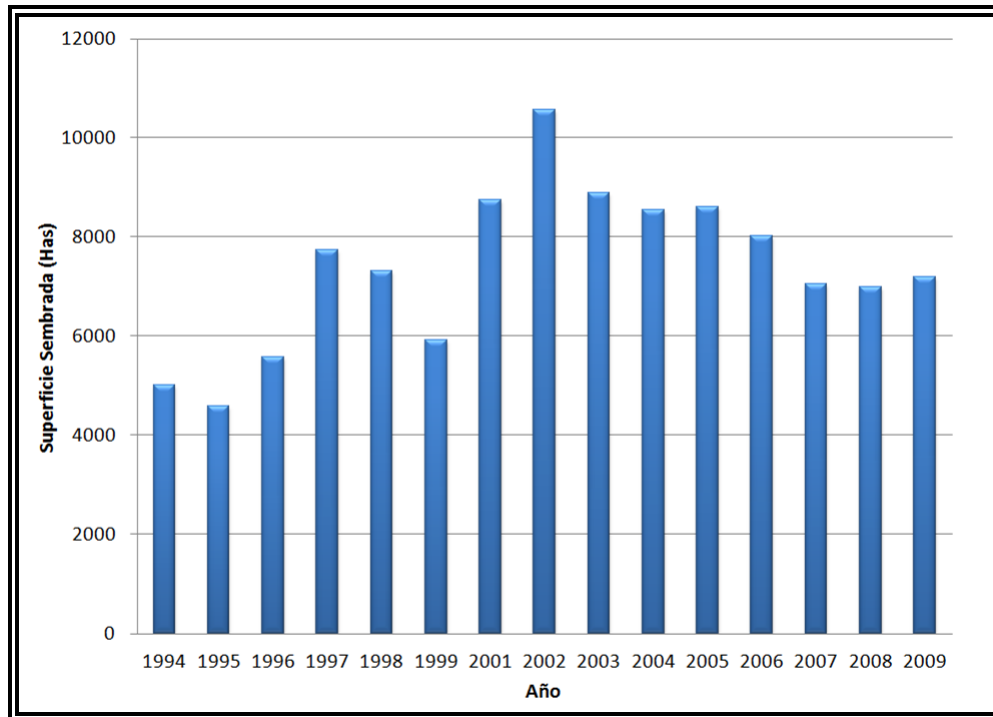


Figura III.2.3.31 Superficies sembradas por año en el municipio de Cuautla.

Fuente: Plan Municipal de Desarrollo 2011-2013. Municipio de Cuautla.

La agricultura del estado de Cuautla se divide en dos principales sectores los cuales son:

- Agricultura de Riego: En donde la superficie de riego total es de 1 332,60 Has., y se encuentra distribuida por ejidos de la siguiente manera: Cuautla 1 332,60 Has; Gabriel Tepepa 751,4 Has; Casasano 657,30 Has; Cuautlixco 416,30 Has; Tetelcingo 330,0 Has; Calderón 289,40 Has; Eusebio Jauregui 207,10 Has; El Hospital 14,0 Has; Otilio Montaña 38,5 Has.
- Agricultura de Temporal: En donde la superficie de temporal es de 3 607 Has, mismas que se encuentran distribuidas de la siguiente forma: Ejido de Tetelcingo 1 498 Has; Cuautla 1 454 Has; Cuautlixco 295 Has; Gabriel Tepepa 192 Has; Calderón 140 Has; Casasano 28 Has.

El número de productores dentro del municipio es de 3 515, los cuales se encuentran distribuidos por municipio de la siguiente forma: Tetelcingo, 1 116; Cuautla 869; Gabriel Tepepa 540; Cuautlixco, 451; Casasano 259; Calderón 160; El hospital 42; Eusebio Jauregui 42 y Otilio Montaña, 36.

### Ganadería

Dentro del municipio existe una ganadería de mediana relevancia, destacando en este rubro la producción de leche, explotando alrededor de 1 200 cabezas de manera semi-intensiva. Además el ganado bovino se explota en forma extensiva, teniendo registros equivalentes a 2 660 pies de cría y 2 812 animales porcinos de los cuales aproximadamente 1 912 se explotan en traspatio; el ganado caprino se compone de 1 435 pies de cría que se explotan de manera extensiva y poco tecnificada, lo mismo ocurre con las 678 cabezas de ganado ovino. A continuación se muestra la grafica con los porcentajes de la producción de carne en canal por especie en el municipio de Cuautla.

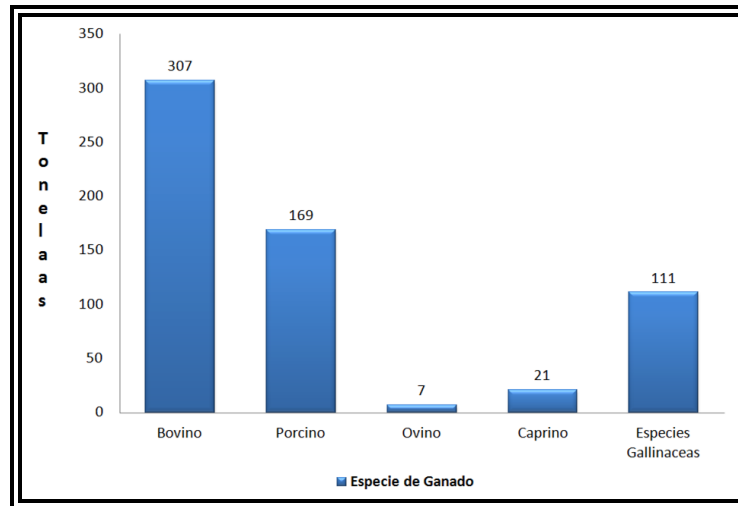


Figura III.2.3.32 Producción de Carne en Canal por Especie en el Municipio de Cuautla.

Fuente: Plan Municipal de Desarrollo 2011-2013. Municipio de Cuautla.

Dentro del municipio existen 331 productores pecuarios cuya actividad principal es la explotación de ganado para producción de carne y 36 productores que se dedican a la explotación de ganado lechero. Existen 331 productores pecuarios cuya actividad principal es la explotación de ganado para la producción de carne y 36 productores que se dedican a la explotación de ganado lechero.

### Comercio

En el comercio del municipio de Cuautla se presentan diferentes actividades, dentro de las cuales destacan 4 021 establecimientos comerciales que generan 8 979 empleos, así mismo dentro del sector de servicios se registran 107 unidades entre las que se encuentran los servicios financieros, administrativos y alquiler de bienes, muebles e inmuebles que generan alrededor de 337 empleos.

El comercio es uno de los factores más representativos del sector económico terciario, mismo que ha tenido sus máximos logros en las últimas dos décadas.



Foto III.2.3.20 Comercio ambulante presente en el municipio de Cuautla, Morelos.

### Industria





Debido a que dentro del municipio se promueve el establecimiento de empresas y el fortalecimiento industrial, en la actualidad se encuentran en operación 15 microempresas. Además en el municipio se cuenta con un área de orientación para la formulación y evaluación de proyectos de preinversión en los cuales se pueda identificar viabilidad económica. Entre otros servicios que ofrece el municipio de Cuautla, Morelos, es que brinda una promoción para capitales foráneos que deseen instalarse en la zona de reserva industrial, esto con el objetivo de seguir fomentando el desarrollo industrial y económico del municipio.



**Foto III.2.3.21** Parque Industrial de Cuautla, el cual alberga a las principales empresas del municipio.

Las principales empresas industriales instaladas en el área urbana municipal son la Embotelladora de Refrescos "Coca Cola", el Ingenio "La Abeja de Casasano", la fábrica empacadora de cacahuates "Martín Cubero", el molino de arroz "Buenavista", Maprisa del Sur S.A de C.V., Campi Dinova S.A. de C.V., Cacahuates y Semillas del Sur S.A de C.V., CIMSA, Distribuidora Maracol, S.A. de C.V., Grupo Industrial Casamar, Avícola Llano Grande Pro-Pollo, Carrocerías Aroche S.A. de C.V, Transformación Textil S.A. de C.V., Zapata estampados de Exportación S.A. de C.V., Agua Manantiales de Cuautla S.A de C.V., Carrocerías Cuautla S.A. de C.V., Distribuidora de Cerámica Morelense S.A. de C.V, Equipos Industriales Mexar, S.A. de C.V, Fábrica de Hielo La Escarcha, S.A., Impresos América S.A de C.V., Nutrimor S.A de C.V., Refrigeración de Cuautla S.A. de C.V., Lácteos Laguna S.A. de C.V. y Empresas Bimbo S.A. de C.V..

El Parque Industrial Cuautla, es un desarrollo de la iniciativa privada, que se encuentra en la zona oriente del municipio a una distancia de 8 kilómetros. Las condiciones que reúne este parque son totalmente favorables, su cercanía con el Distrito Federal así como la colindancia de los Estado de Puebla, Guerrero, Oaxaca y Estado México, comunicados a través de carretera y ferrocarril.

### **Atractivos Culturales y Turísticos**

Dentro del municipio, el sector turístico es uno de los más relevantes debido a que representa la rama que por su propia actividad económica propicia la generación de empleos con mayor facilidad. Como principal objetivo en cuanto a turismo se refiere, el municipio de Cuautla contempla promover el mejoramiento y crecimiento de la infraestructura turística con la cual dispone en la actualidad. La oferta turística del municipio, se integra por 43 establecimientos de hospedaje con calidad turística, económica hasta de 4 estrellas. Por lo que respecta a la oferta de alimentos y bebidas, se cuenta con un registro de 125 establecimientos entre restaurantes bares, discotecas y centros nocturnos, entre los que destacan los del tipo restaurant-bar como lo son "Las Golondrinas", restaurante "Cuautla Joes Mr. Grills", restaurante "Los Cantaritos", el "Asadero", "Las Palmas", "Los Ocampo", "Las Brasas", "Emilianos-Bar", discoteques "El Zarco", "El Mirador", "Madeiras", "Milenium" y "Barroco-Bar", entre otros. En lo que



respecta a las discoteques por las características de su demanda ofrecen sus servicios los fines de semana y días festivos.

Además, se cuenta con 5 balnearios de características similares en sus instalaciones, pero con diversa propiedad de agua como son: el "Balneario Agua Hedionda" que cuenta con manantiales de aguas sulfurosas curativas mundialmente conocidas, "Balneario El Almeal" que también cuenta con manantiales de propiedades especiales, "Balneario Los Limones" y "Agua Linda" que se abastecen del manantial del Almeal y el "Balneario rústico Las Tazas" que cuenta con manantiales de diversas propiedades. La concentración de estos Balnearios promocionalmente han identificado al municipio como "La Ciudad de los Balnearios".

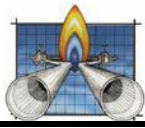


**Foto III.2.3.22** Balneario existente en el municipio de Cuautla, el cual es utilizado como uno de los principales atractivos turísticos.

Como principal objetivo en cuanto a turismo se refiere, el municipio de Coatepec contempla promover el mejoramiento y crecimiento de la infraestructura turística con la cual dispone en la actualidad. Sus principales atractivos culturales y turísticos son:

### **Monumentos Históricos**

- Templo Mayor de la ciudad: Santiago Apóstol conocido por Santo Domingo seguramente por la presencia de frailes de esta Orden que habitaron el convento anexo.
- Iglesia y Ex-Convento de San Diego: Inicialmente fue una capilla de visita, construida por los dominicos, seguramente de Oaxtepec, en el Siglo XVI. Dicha Iglesia se encuentra formada por un atrio pequeño, rodeado por un enrejado actual (anteriormente rodeado por una barda de arcos invertidos) que nos conduce a la Iglesia.
- Capilla de Gualupita: La modesta capilla que conocemos por la de Gualupita, fue construida a partir del 5 de julio de 1603, por el pueblo de Xochimilcatzingo congregado aquí, en el barrio indígena de Xochitengo por órdenes del Virrey Gaspar Zúñiga y Acevedo.
- Palacio Municipal: Se desconoce la fecha de construcción de este edificio, la fachada es de estilo renacentista, sobria en adornos arquitectónicos, formada por esbeltos arcos, formando



amplio portal, sobre el que descansa el segundo cuerpo, con su balconaje de vanos amplios, defendidos hasta el tercio de su altura por barandillas o antepechos de hierro.

### **Fiestas, Tradiciones y Danzas**

Una de las principales fiestas del municipio es la Feria del segundo viernes de cuaresma considerada como la segunda en importancia del estado. Dentro de dicha feria se conmemora en el Sitio de Cuautla del 19 de febrero al 2 de mayo con eventos culturales y artísticos durante los 72 días. 10 de abril, conmemoración de la muerte de Emiliano Zapata. 29 de septiembre, velada literario - musical y coronación de la reina de las fiestas patrias y 30 de septiembre, desfile cívico - militar para conmemorar el natalicio del General José María Morelos y Pavón. Además dentro del municipio se da a lugar la Feria de la Revolución misma que se lleva a cabo los días del 12 al 29 de Noviembre.

### **Traje Típico**

El autentico traje es el de Tetelcinga, que consiste en un huipil y un enredo de grueso paño azul oscuro, amarrado con amplios pliegues por medio de una faja de color azul y rojo. Elíseo Aragón decía que hace medio siglo algunas mujeres todavía acostumbraban pintarse el pelo de azul, rojo o verde, a la Olmeca. También se dice que la misma jícara en que tomaban agua y consumían sus alimentos, la usaban sobre la cabeza como adorno.

### **Gastronomía**

El alimento es parte fundamental de toda cultura. En la comida diaria o festiva se reflejan las ideas, los hábitos, las creencias, los valores y los símbolos de una sociedad; las cosas que ésta hace y las formas de usarlas, su manera de ser y de tener. De aquí, la importancia que tiene el conocer nuestras raíces y antiguas tradiciones culinarias que afortunadamente subsisten en la actualidad, dándole un toque distintivo y exquisito a la cultura Morelense.

Sopas: Molotes de Huitlacoche, Sopa de Calabaza con Flor, Crema de Hongos, Sopa Azteca, Crema de Berros, Sopa de Verdolagas con Mollejas de Pollo, Sopa de Nopales y Sopa de Cebolla.

Guisados: Guasmole Criollo, Mole Verde de Pipían, Carne de Puerco en Salsa Verde con Chumiles, Verdolagas en Salsa Verde, Cacahuete Morelense con Pollo y Guasmole Rojo, Tortitas de Flor de Tzompantli y Frijoles Quebrados.

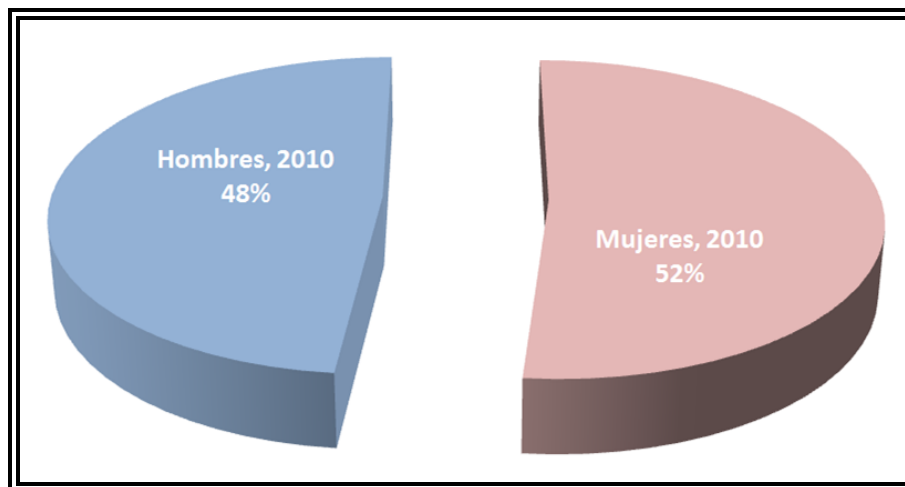
### **Municipio de Ayala.**

El municipio de Ayala cuenta con una población total de 78 866 habitantes, misma que representa el 4,43 % de la población total del estado de Morelos.



**Foto III.2.3.23** Vista aérea de la población de Ayala, Morelos; la cual cuenta con 78 866 habitantes.

Dentro de la población total del municipio, la cantidad correspondiente por género es de 78 866 habitantes, de los cuales 38 186 son hombres y 40 680 mujeres (**Ver Figura IV.2.4.33**).



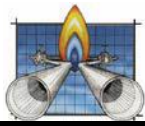
**Figura III.2.3.33** Porcentaje de Población municipal por género.

*Fuente: INEGI XIII Censo General de Población y Vivienda 2010.*

A continuación se presenta la tabla con las características principales de la población en el municipio de Ayala.

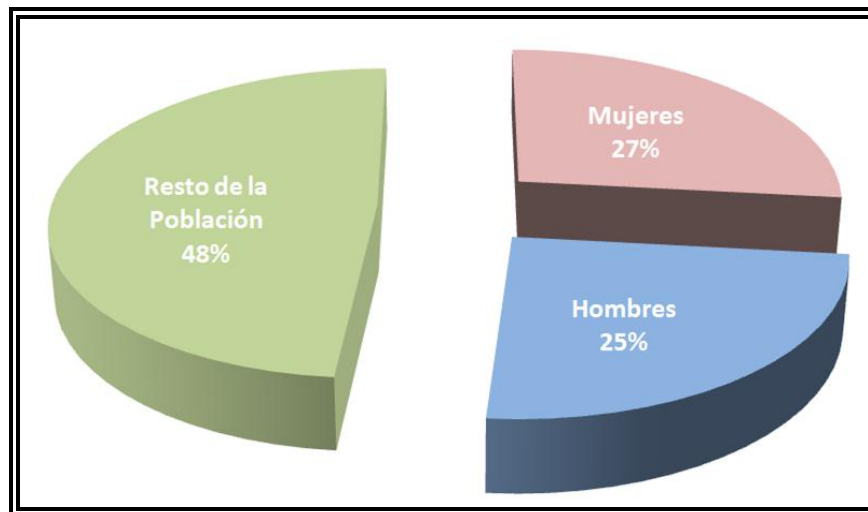
**Tabla III.2.3.30** Características principales de la población del municipio de Ayala.

Población	Año	Referencia
Población total	2010	78 866
Población total hombres	2010	38 186



Población total mujeres	2010	40 680
Relación hombres-mujeres	2010	93,9 %
Porcentaje de población de 15 a 29 años	2005	25,7 %
Porcentaje de población de 15 a 29 años hombres	2005	24,7 %
Porcentaje de población de 15 a 29 años mujeres	2005	26,7 %
Porcentaje de población de 60 y más años	2005	9,1 %
Porcentaje de población de 60 y más años hombres.	2005	9,2 %
Porcentaje de población de 60 y más años mujeres	2005	9,0 %
Total de Hogares Censados	2010	20 226
Total de Hogares con Jefatura Masculina	2010	14 538
Total de Hogares con Jefatura Femenina	2010	5 688
Total de Nacimientos	2008	1 541
Total de Nacimientos hombres	2008	782
Total de Nacimientos mujeres	2008	759
Total de Defunciones generales	2009	365
Total de Defunciones generales hombres	2009	189
Total de Defunciones generales mujeres	2009	176
Matrimonios	2008	205
Divorcios	2008	0

De la población total existente en el municipio 20 268 habitantes están dentro del rango de edad de 15 a 29 años, de los cuales el 24,7 % son hombres y el 26,7 % son mujeres el mismo porcentaje. (Ver Figura III.2.3.34).

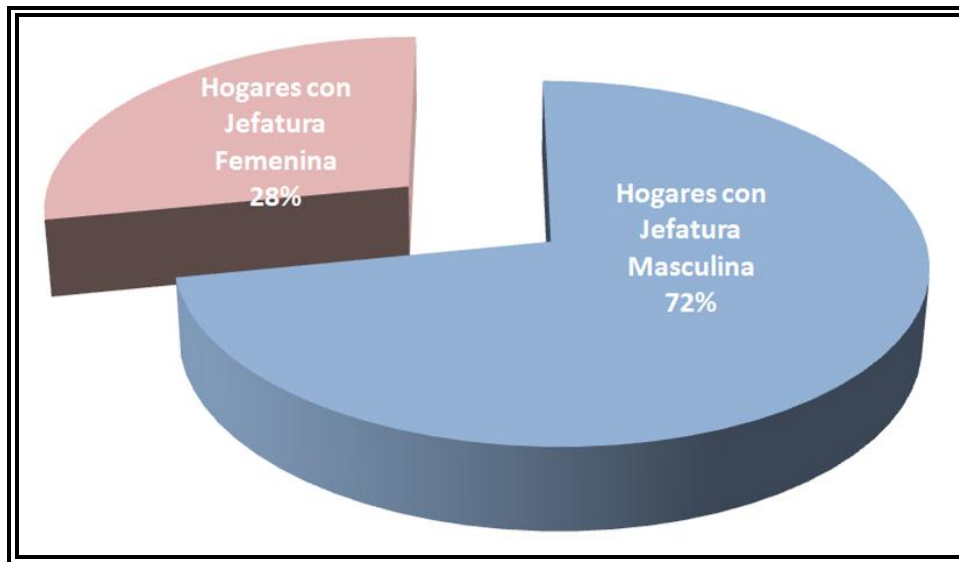


**Figura III.2.3.34** Porcentaje de Hombres y Mujeres dentro del Rango de edad de 15 a 29 años.

*Fuente: INEGI XIII Censo General de Población y Vivienda 2010.*

Del total de hogares censados en el año 2010 dentro del municipio están presentes 14 538 hogares con jefatura masculina y 5 688 con jefatura femenina. En la siguiente figura se muestran los porcentajes correspondientes al tipo de Jefatura que se tiene en los hogares del municipio.





**Figura III.2.3.35** Jefatura en los Hogares del municipio del municipio de Ayala.

*Fuente: INEGI XIII Censo General de Población y Vivienda 2010.*

En el municipio de Ayala la actividad económica depende prioritariamente del sector agropecuario y la actual administración pretende promover e incentivar que se gestionen actividades para coadyuvar en el desarrollo económico de la población, centrando la generación de empleos y el crecimiento económico.

Para ampliar los retos económicos se plantean estrategias que permitan alcanzar objetivos en cada una de las direcciones: política, social y económica, y así promover y hacer valer las leyes, los reglamentos, los valores y los principios establecidos. La política económica se enfoca en hacer que la economía crezca y que la población mejore sus condiciones de vida. Explotar de manera responsable las riquezas que tiene el municipio, la prioridad es impulsar el desarrollo sustentable que se necesita y continuar gestionando ante las dependencias de los tres niveles de gobierno los programas, para que los productores sean los que principalmente se beneficien y donde el gobierno municipal sea un conducto de vinculación.

### **Economía**

El crecimiento que se ha presentado en el municipio de Ayala, ha permitido que sus límites territoriales tengan confluencia con los municipios cercanos, además de presentarse un proceso de concentración urbana, mismo que, hasta ahora permite mantener un nivel satisfactorio en la cobertura de los servicios públicos. El municipio de Ayala ocupa hoy un buen lugar en el ámbito nacional en cuanto a la calidad de vida presente entre sus habitantes. De acuerdo con datos del INEGI, el municipio de Ayala tiene un grado bajo de marginación ocupando el lugar 16 en el estado y el lugar 1832 entre los municipios a nivel nacional.

Cabe mencionar que la población que se encuentra económicamente activa desocupada, es de 1 615 habitantes, en cuanto a la población económicamente activa se cuenta con el registro de 28 072 habitantes. A continuación se describen las actividades principales que se desarrollan en el municipio de Morelos (**Ver Tabla III.2.3.31**).

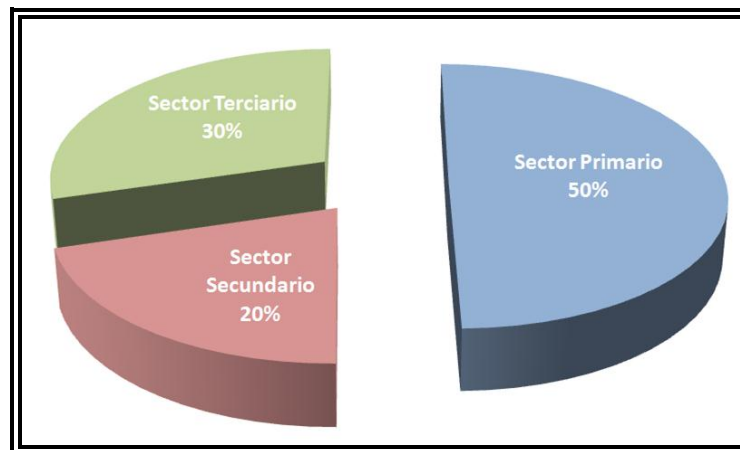


**Tabla III.2.3.31** Principales Actividades Económicas del Municipio de Ayala.

Sector Productivo	Actividades del Sector	Porcentaje de la PEA
Primario	Agricultura, Ganadería, Caza y Pesca	49.79%
Secundario	Minería, Extracción de Petróleo y Gas Natural e Industria Manufacturera	20.6%
Terciario	Comercio, Transporte y Comunicaciones y Servicios Financieros	29.61%

Aunado a los datos anteriores, se presenta la gráfica representativa de las principales actividades económicas del municipio de Ayala. (Ver Figura III.2.3.36.).

Fuente: Plan Municipal de Desarrollo 2010-2012. Municipio de Ayala.



**Figura III.2.3.36.** Principales Actividades Económicas del Municipio de Ayala.

### **Principales Sectores, Productos y Servicios**

#### **Agricultura**

El municipio cuenta con una superficie total destinada para el uso agropecuario de 10 024 Has dentro de las cuales se producen los siguientes cultivos principalmente. (Ver Tabla III.2.3.32).

**Tabla III.2.3.32** Principales Cultivos del Municipio de Ayala.

Cultivo	Superficie Sembrada (Has)	Época de Siembra
Maíz de Grano	1 574	Jun.-Jul.
Maíz	1 951	Sep.-Ene.
Sorgo	4 529	Jun.-Jul.
Cebolla	4 305	Ago.-Dic.
Arroz	241	Jun.-Jul.
Frijol	34	Jun.-Jul.
Pepino	99	Nov.-Mar.
Caña de Azúcar	1 766	Nov.-Dic.



Fuente: Enciclopedia de los Municipios. Ayala, Morelos

A continuación se muestra la gráfica que representa el total de la superficie sembrada en el municipio de Ayala en un período de tiempo que comprende desde el año de 1994 al 2009. (Ver Figura III.2.3.37).

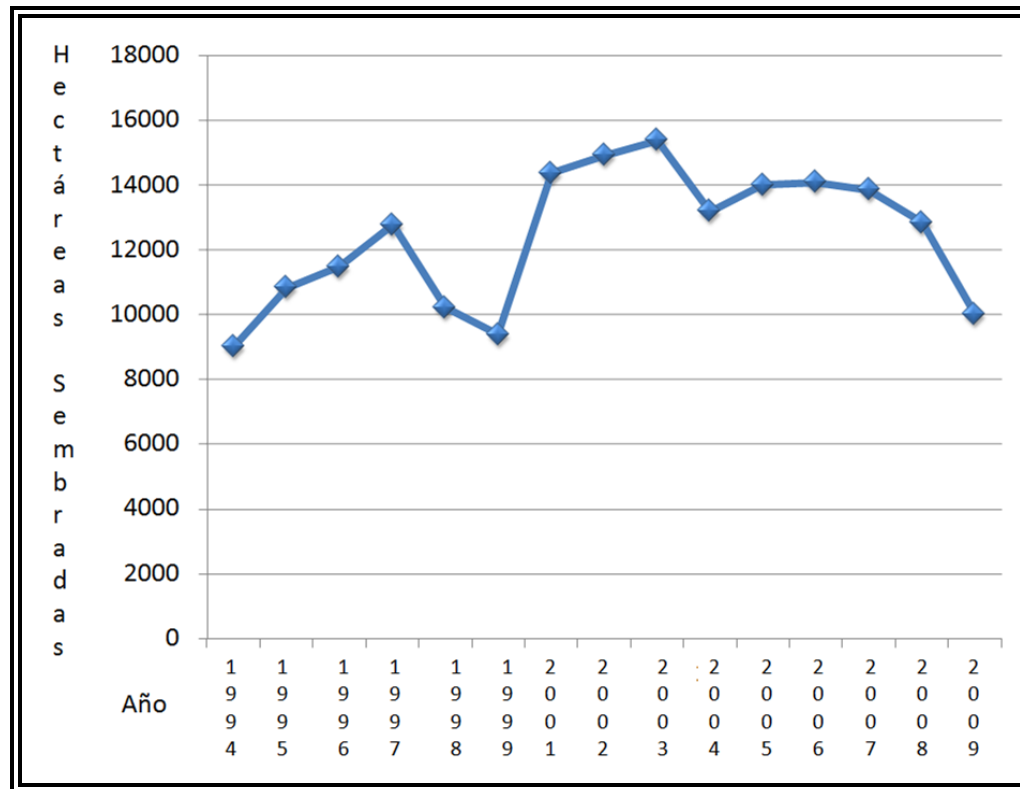


Figura III.2.3.37 Superficies Sembradas por año en el Municipio de Ayala.

Fuente: INEGI XIII Censo General de Población y Vivienda 2010.

### Ganadería

En el municipio de Ayala esta actividad es principalmente de explotación intensiva, sin embargo, muchos ganaderos están transformando sus explotaciones a los tipos de semi-intensiva e intensivas, con la actividad de cría y explotación de animales. La población Ganadera se integra de 13 439 cabezas de ganado bovino, 3 374 de ganado porcino, 172 de ovino, además de 4 848 900 aves de diferentes especies. Dentro del municipio se cuenta con el programa de Estímulos a la Productividad Ganadera, mismo que está basado en el incremento de la producción forrajera de las tierras de pastoreo. A continuación se muestra la gráfica con los porcentajes de la producción de carne en canal por especie en el municipio de Ayala. (Ver Figura III.2.3.38).

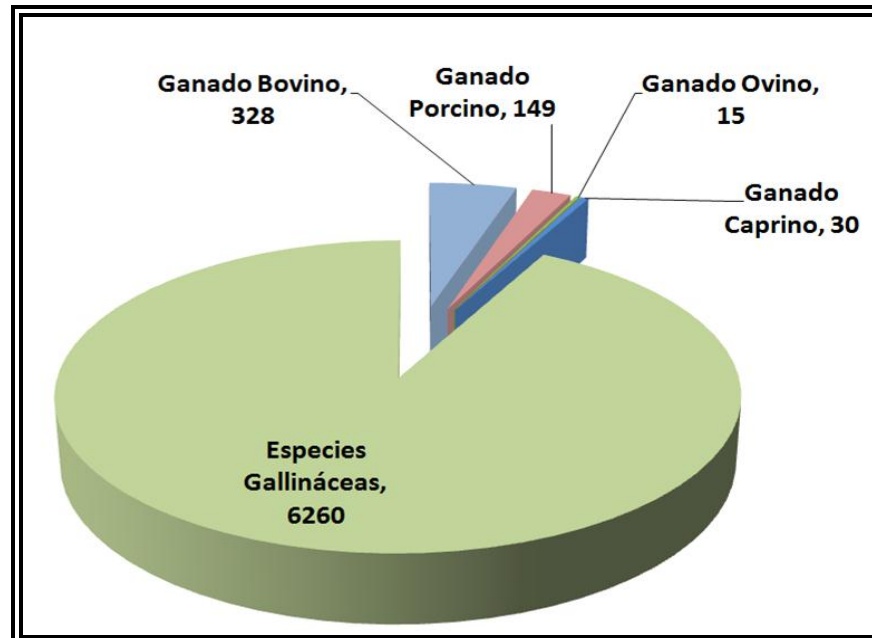


Figura III.2.3.38 Producción de Carne en Canal por Especie en el municipio de Ayala.

Fuente: INEGI XIII Censo General de Población y Vivienda 2010.

### Comercio

En el municipio dentro de este sector se tienen registrados cerca de 1 500 establecimientos comerciales de los cuales el 30 % corresponden a comercios mayoristas y el 70 % son del tipo de menudeo. Dichos establecimientos comerciales generan 6 456 empleos directos, además en el municipio de Ayala, este sector está asociado a la Cámara Nacional de Comercios y Servicios de Cuautla, mismo que agrupa los establecimientos de los municipios de Axochiapan, Jonacatepec, Jantetelco, Temoac, Teplacingo, Yecapixtla, Cuautla, Tetela del Volcán, Ocuituco, Zacualpan y Ayala.

Además de lo anterior, cuenta con alrededor de 1 200 establecimientos no registrados como boneterías, sastrerías, funerarias, vulcanizadoras, talleres mecánicos, renta de salones de fiesta, salas y academias, principalmente.

### Industria

Debido a que dentro del municipio se promueve el establecimiento de empresas y el fortalecimiento industrial, en la actualidad se cuenta con el área del Parque Industrial Cuautla, dicho parque es la segunda zona industrial en el estado, cuenta con 27 empresas operacionales como la planta de almacenamiento y distribución de PEMEX, Combustibles de Morelos S.A. de C.V., quienes se encargan de surtir de combustibles a toda la región oriente, vidrio plano saint-gobain, Grupo Comercial Kasamar, Química y Derivados, preconcreto de alta resistencia, Roadsa, Alustar S.A.; CIMSA, Continental de Alimentos S.A.; Zapata Estampados de Exportación, Politec Internacional, Industrias Mikko, Fertilizantes Nacionales S.A. de C.V., entre otras.



**Foto III.2.3.24** Industria manufacturera, presente en el municipio de Ayala, Morelos.

Fuera del parque industrial se encuentran las empresas Disogram Mexicana, Smrit de México, y Teneria de Morelos (Temola); la primera se dedica a las actividades de maquila para exportación, la segunda produce retenes y piezas de precisión y la última se dedica al curtido de pieles de ganado bovino.

*Fuente: Plan Municipal de Desarrollo 2010-2012. Municipio de Ayala.*

### Atractivos Culturales y Turísticos

Dentro del municipio, el sector turístico es uno de los más relevantes debido a que representa la rama que por su propia actividad económica propicia la generación de empleos con mayor facilidad. Como principal objetivo en cuanto a turismo se refiere, el municipio de Ayala contempla promover el mejoramiento y crecimiento de la infraestructura turística con la cual dispone en la actualidad. Sus principales atractivos culturales y turísticos son: áreas naturales de esparcimiento como los balnearios "El Axocoche que es ejidal", "El Colibri" que es particular, ambos cuentan con grandes espacios para estacionamiento y acampado, cuentan con seguridad entre otros aspectos; hay dos museos de interés histórico y cultural que son Casa Museo General Emiliano Zapata que es donde nació "El Caudillo del Sur" y la Ex-Hacienda de Chinameca en donde fuera arteramente asesinado el caudillo; la Ex-Hacienda de Apatlaco, la de Tenextepango, y la Iglesia de Anenecuilco, así como las ruinas arqueológicas de la Colonia Olindepec.

### Fiestas, Tradiciones y Danzas

A continuación se muestra una tabla con las fiestas más representativas del municipio de Ayala.

**Tabla III.2.3.16** Fiestas Tradicionales del Municipio de Ayala.

Fecha	Festejo
3 de Mayo	Festividad en honor a la Santa Cruz
15 de Mayo	Festividad en honor a San Isidro Labrador
24 de Junio	Festividad en honor a San Juan Bautista
25 de Julio	Festividad en honor al Sr. Santiago Apóstol
24 de Agosto	Festividad en honor a San Bartolo
12 de Diciembre	Festividad con honor a la Virgen de Guadalupe
21 de Diciembre	Festividad en honor a Santo Tomas





#### IV. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DEL USO DE SUELO

Este capítulo tiene el objetivo de demostrar que el proyecto de instalación y operación del gasoducto para distribución de Gas Natural propiedad de la Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V., es congruente con las diferentes disposiciones jurídicas ambientales, así como con los instrumentos de ordenamiento del territorio que le resultan aplicables, a fin de cumplir con lo dispuesto por los Artículos 35 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) y 13 de su Reglamento en materia de evaluación del impacto ambiental.

Por lo anterior, para el desarrollo del presente capítulo se consideraron:

- ❖ Programas de Ordenamiento Ecológicos del Territorio (POET) decretados, de las zonas donde se localizará el proyecto,
- ❖ Programas de Desarrollo Urbano y Planes de Desarrollo (Nacional y Municipales),
- ❖ Leyes y Reglamentos, Federales, Estatales y Municipales en materia ambiental y Normas Oficiales Mexicanas (NOM's),
- ❖ Ordenamientos legales aplicables inherentes al sector energético.

##### **Introducción.**

##### Información relevante del Sector Energético

El gasoducto para la distribución de Gas Natural objeto del presente estudio, es una obra de infraestructura que se considera dentro del Sector Energético, por lo que, en inicio, a continuación se describe de manera general respecto a la planeación nacional en este sector en México, así como algunas de las tendencias generales del sector en el país, considerando el entorno nacional de la industria del gas natural, a partir de los indicadores de la Prospectiva del Mercado de Gas Natural 2010-2025.

Es importante iniciar este análisis señalando que la energía tiene un lugar muy importante en el desarrollo económico de México, y el gas natural es una fuente importante de energía sustentable debido a su compatibilidad con el ambiente y sus ventajas económicas y técnicas, pero que requiere inversiones adicionales para hacerlo llegar a todas las unidades productivas del País.

En la Estrategia Nacional de Energía 2011, se señala que en el 2010 se revisó la capacidad de la infraestructura de transporte de gas natural, con el objetivo de aprovechar las nuevas condiciones de mercado a favor de los consumidores y mantener la diversificación de suministro, dicha revisión confirmó que la Red del Sistema Nacional de Gasoductos (SNG) es insuficiente para aprovechar de mejor manera la disponibilidad de suministro que ofrece el gas de esquistos continental, y no ofrece la redundancia que se requiere en el suministro; adicionalmente, existen varios estados de la república que no están cubiertos por ductos de gas natural (**Ver Figura III.1**). En esta circunstancia, es clara la necesidad de expandir las redes de transporte para cumplir su cobertura además de dotar de circuitos internos al SNG que le otorguen flexibilidad y redundancia.

Las adiciones a la red de gasoductos crecieron de manera importante, después de la reforma al mercado de gas natural de 1995 y como resultado de la instalación de plantas de ciclo combinado de CFE. Sin embargo, en los últimos diez años la expansión de la red ha sido baja y el crecimiento en el número de consumidores del sector residencial y comercial se ha reducido recientemente. El desempeño menor al anticipado en la penetración de este combustible resulta de la distorsión de los precios relativos de gas LP y gas natural y el desinterés (y en ocasiones oposición) municipal al crecimiento de las redes de distribución.





### Marco Institucional del Sector Energético

La Comisión Reguladora de Energía (CRE) es el órgano desconcentrado de la Secretaría de Energía (SENER) facultado para promover el desarrollo del transporte y almacenamiento de gas natural (Ley de la Comisión Reguladora de Energía, Artículo 2).

El Artículo 4 de la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en el Ramo del Petróleo (LR27) fue reformado en mayo de 1995 y en noviembre de 1996 para permitir la inversión del sector privado en nuevos proyectos de transporte, distribución, almacenamiento y comercialización de gas natural. La LR27 establece los principios fundamentales para desarrollar la industria nacional de gas natural en México con tres objetivos principales: el desarrollo de la infraestructura, la regulación del mercado, y el fomento a la libre competencia.

El régimen de permisos fue elegido como instrumento regulatorio con la finalidad de dar certeza jurídica a los inversionistas. En este contexto se debe obtener permiso de la CRE para llevar a cabo las actividades de transporte y distribución de gas natural. Dichos permisos son expedidos por un periodo de 30 años y pueden ser renovados una o más veces por un periodo de 15 años (Reglamento de Gas Natural, Artículos 19 y 53).

La Ley de la CRE fue aprobada y publicada en octubre de 1995 para entrar en vigor el 1º de noviembre del mismo año. El Reglamento de Gas Natural (RGN) se publicó el 8 de noviembre de 1995 y entró en vigor al día siguiente de su publicación. La ley de la CRE define el marco institucional que controla a los sectores social y privado de las industrias de energía y gas natural. Esta ley refuerza la participación del estado en estas actividades y fomenta el desarrollo de un ambiente competitivo en los mercados de gas natural a través de un marco legal que es claro, estable y predecible.

La Secretaría de Energía (SENER) ha puesto especial atención en buscar mecanismos que permitan que se materialicen los proyectos de infraestructura de transporte que el desarrollo del mercado de gas natural y el crecimiento económico que el país demanda.

La Ley de la Comisión Reguladora de Energía (CRE) establece que el otorgamiento de permisos para la prestación de los servicios de transporte y distribución de gas natural por medio de ductos implicaría la declaratoria de utilidad pública para el tendido de los ductos en predios de propiedad pública, social y privada, de conformidad con el trazado aprobado por la CRE en coordinación con las demás autoridades competentes (Artículo 10), por lo cual se realiza la evaluación del Proyecto en el marco de los usos de suelo y los Planes municipales de desarrollo urbano por los que atravesará la el gasoducto principal para la distribución de Gas Natural.

Sobre la base de las características del proyecto, es recomendable identificar y analizar los diferentes instrumentos de planeación que ordenan la zona donde se ubicará, a fin de sujetarse a los instrumentos con validez legal, tales como:

- ❖ Planes de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POET).
- ❖ Planes y Programas de Desarrollo Urbano Estatales, Municipales o en su caso del centro de Población.
- ❖ Normas Oficiales Mexicanas.
- ❖ Decretos y Programas de Manejo de Áreas Naturales Protegidas: Mencionar si el proyecto se ubicará total o parcialmente dentro de un área Natural Protegida (ANP) y la categoría a la que ésta pertenece, de ser el caso, indicar si se afecta a la zona núcleo o de amortiguamiento. Así mismo, debe señalarse si en el documento de declaratoria de ANP, así como en su Programa de Manejo, se permite, se regula o se restringe la obra o actividad que se pretende llevar a cabo.



❖ **Programas de Desarrollo Urbano y Planes de Desarrollo (Nacional y Municipales).**

Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012.

Este plan establece los objetivos y estrategias nacionales que serán la base para los programas sectoriales, especiales, institucionales y regionales que emanan de éste.

El PND define el Desarrollo Humano Sustentable como premisa básica para el desarrollo integral del país pues asume que “el propósito del desarrollo consiste en crear una atmósfera en que todos puedan aumentar su capacidad y las oportunidades puedan ampliarse para las generaciones presentes y futuras”.

El PND considera a la persona, sus derechos y la ampliación de sus capacidades como la columna vertebral para la toma de decisiones y la definición de las políticas públicas.

Entre los diez objetivos trazados para dar cumplimiento a la Visión 2030, el Proyecto contribuye a su consolidación en los siguientes cuatro postulados:

**3. Alcanzar un crecimiento económico sostenido más acelerado** y generar los empleos formales que permitan a todos los mexicanos, especialmente a aquellos que viven en pobreza, tener un ingreso digno y mejorar su calidad de vida.

**4. Tener una economía competitiva que ofrezca bienes y servicios de calidad a precios accesibles, mediante el aumento de la productividad, la competencia económica, la inversión en infraestructura, el fortalecimiento del mercado interno y la creación de condiciones favorables para el desarrollo de las empresas, especialmente las micro, pequeñas y medianas.**

**5. Reducir la pobreza extrema y asegurar la igualdad de oportunidades y la ampliación de capacidades para que todos los mexicanos mejoren significativamente su calidad de vida y tengan garantizados:** alimentación, salud, educación, vivienda digna y un medio ambiente adecuado para su desarrollo tal y como lo establece la Constitución.

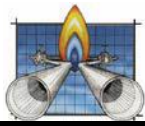
**8. Asegurar la sustentabilidad ambiental mediante la participación responsable de los mexicanos en el cuidado, la protección, la preservación, y el aprovechamiento racional de la riqueza natural del país, logrando así afianzar el desarrollo económico y social sin comprometer el patrimonio natural y la calidad de vida de las generaciones futuras.**

El PND, partiendo de un diagnóstico, articula un conjunto de objetivos y estrategias en torno a cinco ejes (resaltándose en negritas los que concuerdan con el Proyecto):

1. Estado de Derecho y Seguridad.
2. **Economía competitiva** y generadora de empleos.
3. Igualdad de oportunidades.
4. **Sustentabilidad ambiental.**
5. Democracia efectiva y política exterior responsable.

Cada eje establece el camino para actuar sobre un amplio capítulo de vida de la nación. Es por ello que el PND reconoce que la actuación de toda la sociedad y el Gobierno es necesaria para lograr el Desarrollo Humano Sustentable.

El PND establece que para el cumplimiento de los objetivos y la atención de las prioridades nacionales, los programas sectoriales, institucionales, regionales y especiales a elaborarse atenderán los siguientes temas prioritarios para el desarrollo nacional, de los cuales el Proyecto comparte prioridades en siete de los 43 temas (**Ver Tabla IV.1**).



**Tabla IV.1.** Temas prioritarios a considerar en los Programas Sectoriales que derivan del PND 2007-2012.

<b>Aguas y bosques</b>	<b>Financiamiento para el desarrollo</b>
Campo y desarrollo rural	Fortalecimiento del federalismo
Ciencia y Tecnología	Grupos vulnerables
Combate a las adicciones	<b>Infraestructura</b>
Comercio	<b>Medio ambiente y recursos naturales</b>
<b>Competitividad</b>	Migrantes
Comunidades y pueblos indígenas	Modernización de la gestión pública
Cooperación y desarrollo internacional	Población
Cultura	Procuración e impartición de justicia
Defensa nacional	Producción y distribución de alimentos
Democracia y participación ciudadana	Protección civil, prevención y atención de desastres
Deporte	Salud
Derechos humanos	Seguridad nacional
<b>Desarrollo empresarial</b>	Seguridad pública
<b>Desarrollo regional</b>	Seguridad social
Desarrollo social	Soberanía
Desarrollo urbano	Superación de la pobreza
Educación	Trabajo
Empleo	Transparencia y rendición de cuentas
<b>Energía</b>	Turismo
Equidad de género	Vivienda

Entre los Objetivos y Estrategias definidos en el PND que se vinculan con la naturaleza y vocación del Proyecto, destacan los siguientes:

Dentro del eje relativo a la Economía Competitiva y generadora de empleos, el OBJETIVO 15 del PND busca “asegurar un suministro confiable, de calidad y a precios competitivos de los insumos energéticos que demandan los consumidores”. Para lo cual “el sector de hidrocarburos deberá garantizar que se suministre a la economía el petróleo crudo, **el gas natural** y los productos derivados que requiere el país, a precios competitivos, minimizando el impacto al medio ambiente y con estándares de calidad internacionales”.

La estrategia 15.2 del PND, establecida para alcanzar los objetivos del sector, incluye “Fortalecer la exploración y producción de crudo y gas, la modernización y ampliación de la capacidad de refinación, el incremento en la capacidad de almacenamiento, suministro y transporte, y el desarrollo de plantas procesadoras de productos derivados y gas”.

Con base en los lineamientos anteriores, el gasoducto objeto del presente estudio, al contribuir en el suministro de los hidrocarburos que se requieren en el Estado de Morelos, se determina que es congruente con los objetivos y estrategias del PND 2007-2012.





#### ❖ Programas de Desarrollo Urbano.

A continuación, se identifican y analizan los diferentes instrumentos de planeación que rigen en el área donde se ubicará el Proyecto:

##### Programa Estatal de Desarrollo Urbano (2007 – 2012). Estado de Morelos.

Dentro del Programa Estatal de Desarrollo Urbano (PEDU) (2007 – 2012), se definen las políticas generales para la fundación, crecimiento, conservación y mejoramiento de los centros de población, así como los lineamientos estratégicos de los sistemas urbanos. Dentro de sus objetivos para promover el ordenamiento integral del Estado, está el de realizar una planificación urbana programada, implementando estrategias innovadoras de desarrollo urbano y regional enfocadas a incrementar la competitividad del Estado en el ámbito nacional e internacional, así mismo, hacer más eficientes los procedimientos para la incorporación de tierra de origen social al desarrollo urbano, en el marco de las políticas del crecimiento ordenado, promoviendo la difusión de los mismos; de lo anterior, la Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V., con el firme compromiso de impulsar el desarrollo industrial del estado de Morelos, y promoviendo a las industrias y servicios el uso de combustibles más amigables con el ambiente mediante el uso de Gas Natural, como combustible en sus procesos, busca trabajar sustentablemente con estricto apego a los objetivos establecidos en el Programa Estatal de Desarrollo Urbano, en lo que respecta a la colocación del gasoducto para salvar obstáculos, tales como, cruces pluviales y carreteros, así como cuerpos de agua, empleará la tecnología de perforación direccional horizontal, (método descrito en el punto **II.2.3**), con lo cual se apega al objetivo establecido en el presente programa, ya que es una tecnología innovadora y altamente sustentable por no causar impactos significativo al ecosistema donde se implementa, lo que se traduce en un menor impacto al medio ambiente y a los habitantes de la región, por actividades a realizarse durante la obra civil para la construcción del gasoducto principal. Así mismo, mediante el suministro de Gas Natural a sus asociados, coloca al estado de Morelos, dentro del margen de competir con las industrias nacionales e internacionales, ya que mediante el uso del Gas Natural como combustible en los procesos productivos, se logra una combustión más limpia, la cual no genera grandes impactos negativos hacia el medio ambiente, lo que se traduce en acciones sustentables y sociales, que traen consigo un gran avance tecnológico para el sector industrial del Estado.

Para Promover el Manejo Sostenible de los Recursos Naturales, que es otro de los objetivos del PEDU, en las áreas donde exista la necesidad de salvar puntos importantes como, cuerpos de agua, principalmente, la instalación del gasoducto será mediante la perforación direccional del suelo, con lo cual, se promueve la conservación de la cobertura vegetal del derecho de vía donde se instalará el Gasoducto principal, así como, con la implementación del programa para la mitigación y restauración de impactos, en las zonas afectadas durante la obra civil, mediante la reforestación de las áreas afectadas, la Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V., se apegará estrictamente a promover el manejo sustentable de los recursos naturales, y en caso de causar el mínimo daño a éstos, se establecerán las actividades de remediación dentro de su programa y se ejecutarán dichas actividades hasta mitigar el impacto al cien por ciento.

Cabe mencionar que durante cada una de las actividades a desarrollar durante las etapas del proyecto, se trabajará sustentablemente, con estricto apego a la Normatividad y Legislación Ambiental vigente, tanto Federal, Estatal como municipal, lo cual, está establecido de dentro de los objetivos marcado en el Programa Estatal de Desarrollo del Estado de Morelos.

Con el uso de Gas Natural como combustible en las industrias establecidas en el Estado de Morelos, particularmente en los municipios de Cuernavaca, Jiutepec, Cuautla, Yecapixtla, que es donde se instalará el gasoducto principal; traerá consigo grandes beneficios a la calidad de vida de los habitantes de dichos municipios, ya que el Gas Natural genera una combustión más limpia, lo que se traduce en una reducción en la emisión de los gases de combustión a la atmósfera, con lo cual, el medio ambiente



se ve menos impactado por los gases de efecto invernadero, y por ende, la calidad de vida de los habitantes mejora, debido a una atmósfera menos contaminada. Por lo anterior, Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V., cumple satisfactoriamente con uno de los objetivos del PEDU, el cual establece, Mejorar la Calidad de Vida de la Población.

Otros de los objetivos del PEDU, son:

- Ordenar el crecimiento urbano,
- Rescatar y preservar la identidad cultural, mediante programas de aprovechamiento y difusión,
- Impulsar la construcción de equipamiento urbano de primer nivel en el Estado,
- Incentivar las actividades productivas,
- Consolidar la actividad industrial en el Estado,
- Ampliar la cobertura de servicios básicos,
- Incorporar a las comunidades rurales al desarrollo,
- Modernizar la infraestructura vial en la entidad.

Las actividades a realizar para la construcción y puesta en operación del gasoducto principal, estarán encaminadas a no contraponerse con cada uno de los objetivos establecidos en el Programa Estatal de Desarrollo Urbano, por lo que durante la planeación y diseño ejecutivo del trazo del gasoducto, se tomaron en cuenta cada uno de los objetivos mencionados con anterioridad, con el fin de que las actividades a desarrollar, antes de generar impactos a la población e infraestructura del estado, impulsen ampliamente el desarrollo urbano de las comunidades establecidas, y se conserve el paisaje original en las áreas donde se instalará el presente proyecto.

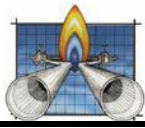
**Fuente: Programa Estatal de Desarrollo Urbano (2007 – 2012).  
Secretaría de Desarrollo Urbano y Obras Públicas.  
Gobierno del Estado de Morelos.**

*Plan Municipal de Desarrollo (2009 – 2012). Municipio de Cuernavaca, Morelos.*

El Plan Municipal de Desarrollo de Cuernavaca 2009 – 2012 (PMDC), sustenta su punto de partida en el diagnóstico, que describe las condiciones relevantes de la política económica y social en los ámbitos mundial, nacional, estatal y municipal en los tiempos recientes; a lo que se agrega la reflexión sobre las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas que para el Gobierno Municipal de Cuernavaca persisten en el año 2009 y se cierra el diagnóstico con el ejercicio de identificar y relacionar los problemas principales. Con base en la realidad municipal actual se construyeron los elementos de la planeación estratégica como son: la Misión que contempla la razón de ser y el compromiso del Gobierno Municipal con la población de Cuernavaca; en la Visión se plasman las aspiraciones que el Gobierno Municipal tiene al año 2012, aún cuando el Plan considera previsiones de más largo plazo; así mismo, se definieron los Principios y Valores de actuación de la administración municipal y de los Servidores Públicos Municipales.

Incluido en los lineamientos de política de carácter sectorial, el Plan Municipal de Desarrollo de Cuernavaca (PMDC), establece como criterio que el municipio trabajará en la realización de acciones y obras que protejan y mejoren el medio ambiente, a fin de devolver al municipio de Cuernavaca el clima de “Eterna Primavera” eslogan que identifica al municipio a nivel nacional e internacional, por lo que las actividades durante la obra civil para la instalación del gasoducto principal, se realizarán de manera sustentable, con el objeto de preservar los factores bióticos y abióticos de la región, lo cual, impulsará el desarrollo industrial del municipio de manera sustentable y sin causar impactos negativos al paisaje original de la zona donde se instalará el proyecto.

Inserto en los objetivos generales del desarrollo municipal, está el de generar las condiciones que propicien el desarrollo integral, armónico y sustentable con justicia social en el Municipio de Cuernavaca



con la participación organizada y comprometida de la población y en coordinación de programas y proyectos con los órdenes de gobierno Federal y del estado de Morelos. Por lo que, Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, mediante el diseño ejecutivo del gasoducto principal durante la etapa de planeación, consideró el trazo del mismo de una manera integral y armónica, de manera que la longitud de su trayectoria fuera lo más corta posible siempre aprovechando el derecho de vía de una vialidad y que los lugares donde se instalara, no se vieran afectados por las actividades de construcción y operación del mismo, lo anterior con el objeto de trabajar de una manera sustentable en cada una de las etapas del proyecto.

Adicionalmente a los objetivos del PMDC, incluye el de lograr la realización sistemática de acciones y obras públicas en materia de infraestructura municipal, por lo que, las actividades de construcción del gasoducto durante la obra civil del mismo, estarán reguladas a lo establecido en dicho objetivo, por lo cual Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, mediante la implementación de tecnología de primer nivel para la perforación direccional del subsuelo, sustenta el realizar acciones que logren una relación sistemática entre el desarrollo tecnológico y sustentable, ya que, si bien las actividades de perforación y apertura de zanja representan un impacto negativo al suelo y subsuelo, dichos impactos se verán reducidos y mitigados por el método de perforación direccional y por las actividades de remediación de áreas impactadas.

**Fuente: Plan Municipal de Desarrollo (2009 – 2012).  
Gobierno del Municipio de Cuernavaca. Marzo del 2010.**

*Plan de Desarrollo Municipal 2009 – 2012. Municipio de Jiutepec, Morelos.*

El Plan de Desarrollo Municipal (PDM), se presenta en cumplimiento a lo que establecen los artículos 2, apartado B, Fracción IX y 26, punto A de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; 2 bis, Fracción VII, 85 A y 85 D y 119 de la Constitución Política del Estado de Morelos; 30, Fracción III, 38, Fracciones XXX y LVII, 41, Fracción XXI, 49 a 54, 57, 58 y 59 de la Ley Orgánica Municipal de Morelos, y se ha elaborado de acuerdo con los preceptos 2, 3, 5, 7, 14, 21, 24, 26 y demás relativos aplicables de la Ley Estatal de Planeación. Así mismo, el Plan de Desarrollo Municipal de Jiutepec 2009-2012 está integrado a partir de los criterios institucionales y de planeación democrática establecidos en el Plan Nacional de Desarrollo 2006-2012 y en el correspondiente Plan Estatal de Desarrollo del Estado de Morelos 2006-2012.

Una de las políticas marcadas en el PDM, es la de realizar actividades específicas para disfrutar de un medio ambiente saludable, protegiendo la ecología del municipio, pero además, procurando que en todos los programas, obras y acciones se considere evitar cualquier impacto negativo a la flora, fauna, cuerpos de agua, suelo, barrancas, zonas de reserva ecológica y aire del municipio, por lo cual, Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, tiene planeado trabajar sustentablemente en cada una de las etapas del proyecto, ya que es primordial para la empresa el mantener un medio ambiente saludable en la región que no se vea afectado negativamente por las actividades de trabajo durante la obra civil y durante la operación del gasoducto principal, con lo cual, también se verá favorecido el ecosistema del municipio, ya que mediante la implementación del método de perforación direccional horizontal, se realizará la instalación del gasoducto, en aquellos cruces importantes como son, cuerpos de agua, carreteros y cruces pluviales, principalmente, mismos que no se verán afectados significativamente, ya que la metodología de sistema direccional no considera el despalme de la cobertura vegetal del suelo, con lo cual, además de preservar la vegetación, cuerpos de agua y el paisaje original, no se generarán impactos negativos hacia la comunidad faunística presente en dichos puntos donde se implementara la perforación direccional, con lo cual, Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, no se contrapone, a la política de protección, preservación, restauración y mejoramiento del medio ambiente, establecida en el Plan de Desarrollo Municipal de Jiutepec.

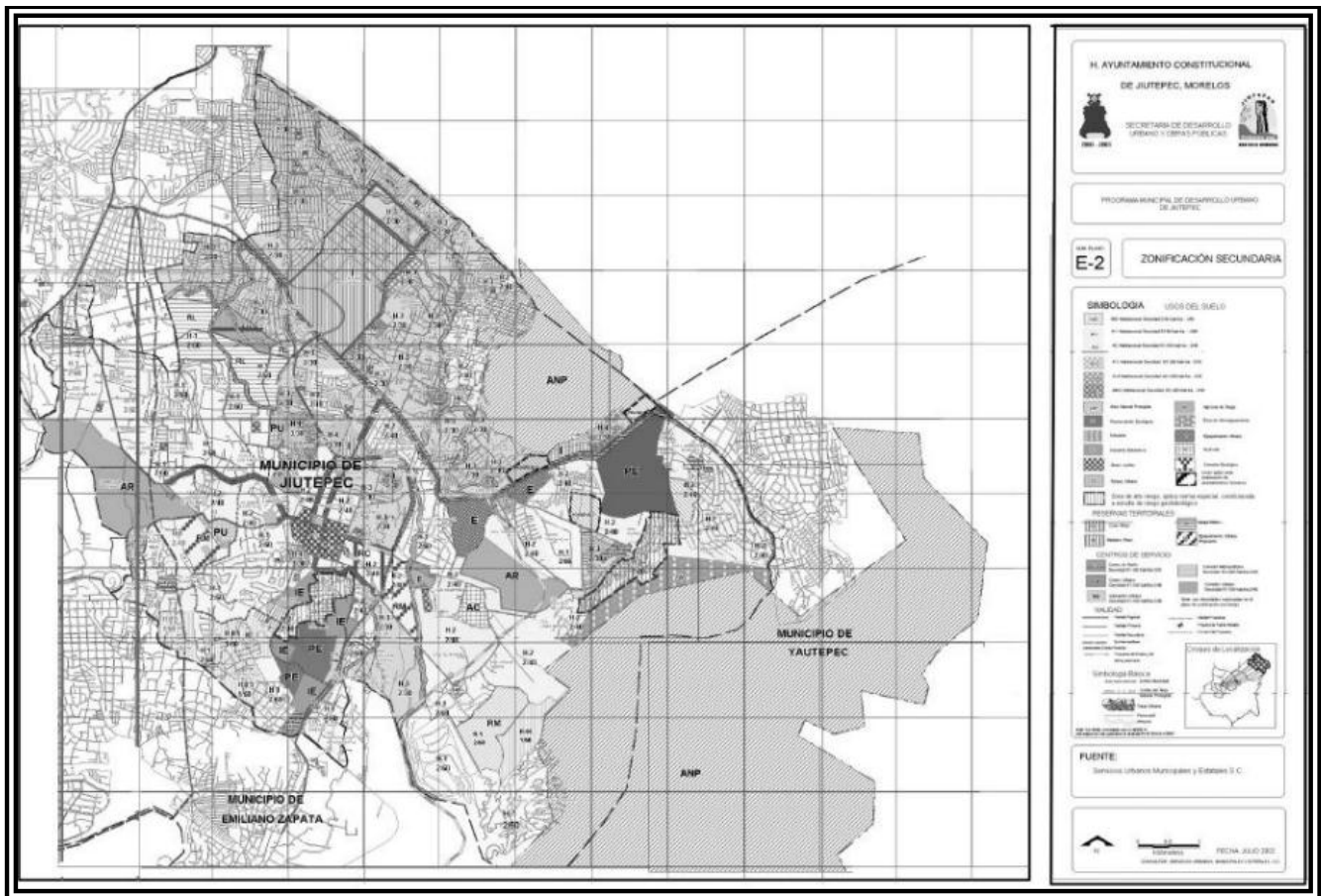


Figura IV.1 Plano de Desarrollo Urbano del Municipio de Jiutepec, Morelos.

Fuente: Plan de Desarrollo Municipal 2009 – 2012.  
Gobierno de la Ciudad de Jiutepec.

Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Yautepec, Morelos.

Las bases jurídicas que sustentan al Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Yautepec, son de carácter Federal, Estatal y Municipal y están contenidas en los ordenamientos legales vigentes. Así mismo, se refiere a los Objetivos, Políticas y Estrategias de otros niveles de planeación incidentes en el desarrollo urbano y en el área de estudio.

El objetivo general del Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Yautepec, es el de constituirse en un instrumento normativo que permita ordenar y regular los usos y destinos del suelo, orientar la constitución de reservas territoriales e incidir en la inversión pública. Para ello, la construcción del gasoducto principal dentro del presente municipio, se realizará en zonas donde el uso de suelo sea el apropiado para la instalación del sistema de transporte de Gas Natural, en el caso de que se requiera realizar un cambio en el uso de suelo, se tramitarán los permisos correspondientes, además de que la empresa se apegará estrictamente a los criterios y políticas que se establezcan como condicionantes al regular el cambio de uso de suelo. Todo lo anterior, con el objeto de que cada una de las actividades durante el desarrollo de la obra civil para la construcción del gasoducto principal, sea desarrollada de

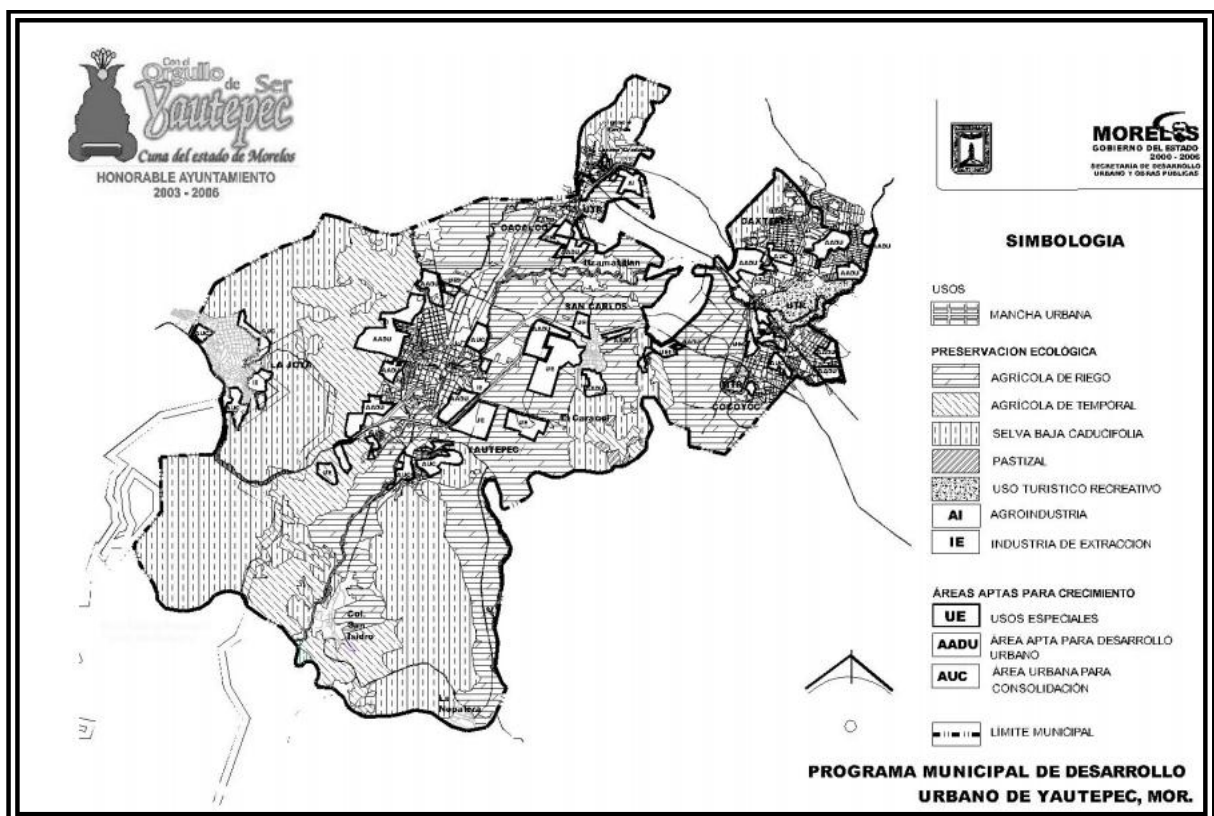




manera sustentable y sin contraponerse con los objetivos que establece el Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Yautepec.

Otro de los objetivos indicado en el PMDU, es el de preservar el entorno natural previendo el impacto de los factores externos y el crecimiento natural de la población, para lo cual, durante la preparación del sitio e instalación el gasoducto, se empleará el método de perforación direccional para el cruce de aquellos puntos importantes, como cuerpos de agua, en los que represente preservar el paisaje natural, ya que dicho método tiene la particularidad de realizar la perforación direccional previamente realizada la ingeniería de la trayectoria, en profundidad y dirección en el subsuelo sin necesidad de remover la cobertura vegetal del suelo. Con lo anterior, y aunado a las actividades de remediación y/o mitigación establecidas en el programa de la empresa, se ayuda a preservar el entorno natural en el derecho de vía donde se instalará el gasoducto, remediando aquellas zonas afectadas, en donde se haya requerido del despalme de vegetación natural. Lo cual favorece uno de los objetivos establecidos en el programa municipal de desarrollo.

Las políticas de desarrollo urbano tienen el propósito de definir los lineamientos y criterios que deberán observarse para la formulación de las estrategias referentes a la estructura urbana y el ordenamiento territorial, para la definición de los programas de desarrollo urbano; dichas políticas se refieren a la conservación, mejoramiento y crecimiento del centro de población e impulso, consolidación y preservación del municipio. Para lo cual, el generar fuentes de ingresos con la construcción y puesta en marcha del presente proyecto, se mejorará el Producto Interno Bruto (PIB) de los habitantes del municipio de Yautepec, además de que, favorecerá el desarrollo industrial de manera sustentable, de los socios de Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural, gracias a la utilización de Gas natural como combustible, el cual permite realizar combustiones más limpias, en comparación con otros hidrocarburos.







**Figura IV.2** Plano de Desarrollo Urbano del Municipio de Yautepec, Morelos.

**Fuente: Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Yautepec.  
Secretaría de Desarrollo Urbano y Obras Públicas.  
Estado de Morelos.**

*Plan Municipal de Desarrollo 2009 – 2012, del municipio de Tlayacapan, Morelos.*

El presente Plan Municipal de Desarrollo de Tlayacapan (PMDT) 2009 - 2012, integra las principales acciones que el Gobierno Municipal habrá de realizar para atender los requerimientos de la población de manera ordenada. Además de cumplir con los obligaciones legales, busca encauzar las legítimas demandas que beneficien a la población, a través de las peticiones realizadas durante los primeros meses del periodo constitucional y lo expresado en los foros de consulta ciudadana realizados, empleando el trabajo participativo y la planeación estratégica como herramientas eficientes para el desarrollo del municipio.

La visión del PMDT es la de Ser un municipio que mejore su calidad de vida, derivada de un crecimiento económico en el ámbito agropecuario, comercial, turístico e industrial, los cuales estén sustentados por una infraestructura de calidad, y un ordenamiento, territorial que respete el equilibrio ecológico, y ordene razonablemente los asentamientos humanos del municipio, por lo que Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V., desde la etapa de planeación y diseño ejecutivo del proyecto, buscó la manera de plantear un proyecto sustentable, desde la obra civil hasta la operación del mismo, con el objeto de que durante el desarrollo del mismo, los impactos negativos al medio ambiente sean en lo más mínimo posible, además de que el sector social no se viera afectado por el tránsito de vehículos automotores y maquinaria pesada; con lo anterior se busca alcanzar la visión municipal en materia de Desarrollo Económico Sustentable, apegándose estrictamente a los objetivos, estrategias y programas municipales.

Inmerso en el PMDT se encuentra el objetivo encaminado a conservar e incrementar las fuentes de empleo, consolidando al municipio como un polo de desarrollo económico potencial, preservando el equilibrio ecológico y creando las condiciones objetivas necesarias para tal fin, para lo cual, Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural, mediante el inicio de actividades en las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto, aportará con el aumento a las estadísticas de creaciones de empleos, ya que directa e indirectamente el proyecto impactará positivamente al sector socioeconómico en cuanto a la creación de empleos, lo cual cumple con lo establecido en el objetivo para el Desarrollo Económico Sustentable antes mencionado. Así mismo, mediante el empleo de tecnologías que permitan salvar obstáculos en los cuales se requiera conservar el paisaje y/o no dañar a cuerpos de agua superficiales, principalmente, Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, realizará la instalación del gasoducto mediante la perforación direccional, con lo cual, se preservará la cobertura vegetal del suelo y se reducirán los impactos al ambiente, cumpliendo con uno de los objetivos del PMDT que establece la preservación del equilibrio ecológico.

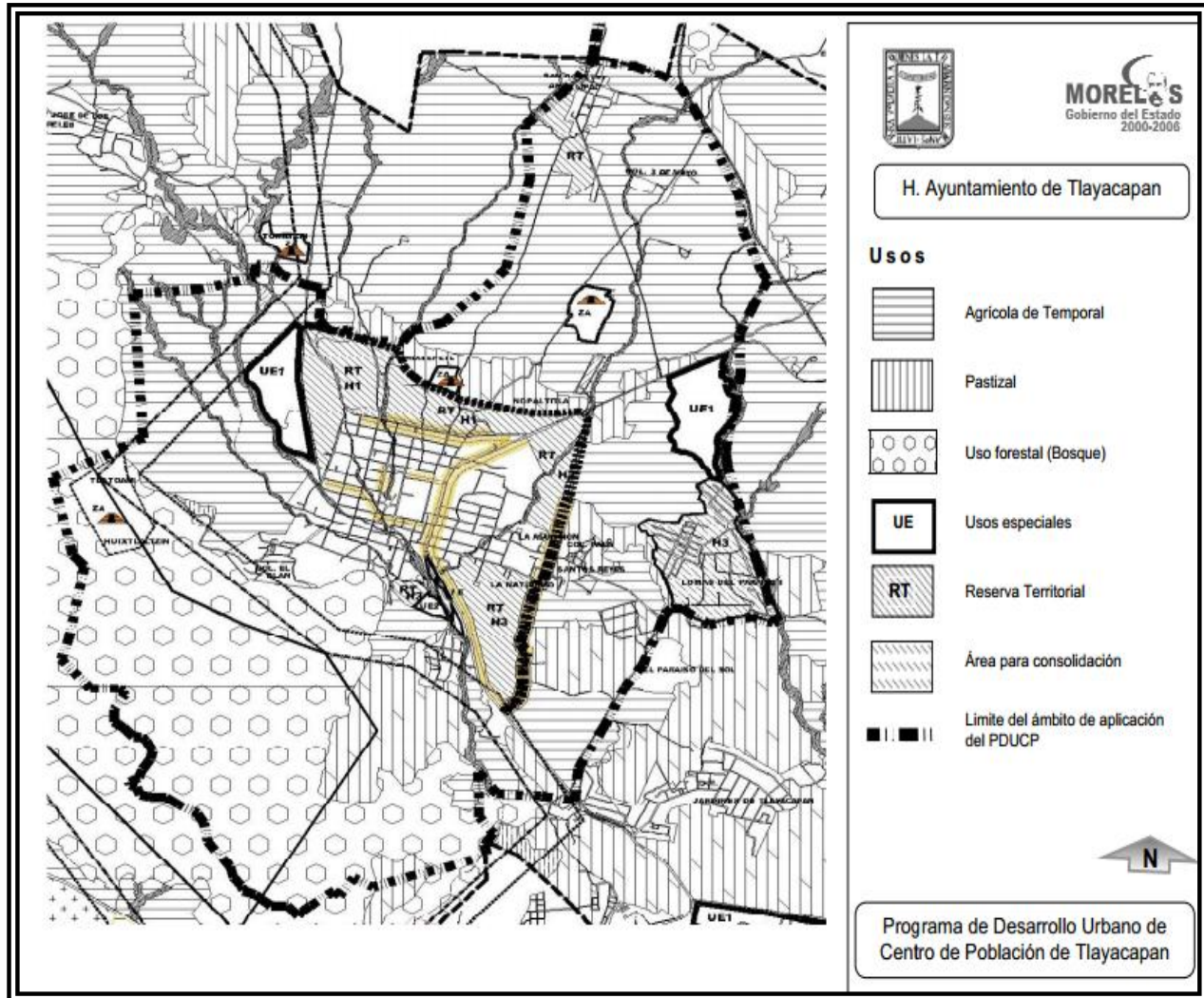


Figura IV.3 Plano de Desarrollo Urbano del Municipio de Tlayacapan, Morelos.

Fuente: Plan Municipal de Desarrollo 2009 – 2012.  
H. Ayuntamiento de Tlayacapan, Morelos.

Programa Municipal de Desarrollo Urbano. Municipio de Cuautla, Morelos.

El Programa de Desarrollo Urbano (PMDU), se enmarca horizontal y verticalmente en los instrumentos jurídicos vigentes en el país, tanto en los órdenes de gobierno federal, estatal y municipal, así como en los aspectos multidimensionales involucrados en el desarrollo territorial, es decir la economía, la población, el ambiente y el patrimonio cultural.

Las actividades a realizar en las etapas del proyecto, están encaminadas a cumplir estrictamente con lo estipulado en el Programa Municipal de Desarrollo Urbano, con el objeto de trabajar en coordinación con los lineamientos y criterios aplicables para alcanzar los objetivos y metas planteados por los



órdenes de gobierno municipales a través de los instrumentos de planeación para el eficaz ordenamiento territorial del municipio.

Las políticas de orden general se refieren a los lineamientos asociados al medio ambiente, a las actividades económicas, al contexto social y a zonificar el territorio dentro de los escenarios previstos de urbanización, designándose las siguientes políticas

#### *Crecimiento.*

Las políticas de crecimiento urbano deben considerar los requerimientos de vivienda por niveles de desagregación considerando las densidades de vivienda y población, la infraestructura, los servicios y el equipamiento convencional urbano, así como ambiental.

Durante la etapa de planeación y diseño ejecutivo del proyecto, se consideraron las políticas de crecimiento urbano del municipio, por lo que las actividades a realizar durante la etapa de construcción del gasoducto, serán ejecutadas con estricto apego a los requerimientos de construcción municipales, tomando en cuenta el factor social de la región, mismo que no se vea afectado por la obra civil del proyecto. Es por eso que, la Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, contará con los permisos y licencias expedidos por las autoridades competentes para el inicio de actividades de construcción y puesta en marcha del proyecto.

#### *Redensificación.*

Con esta política se pretende optimizar el uso adecuado del suelo, de acuerdo a su vocación, a su capacidad de equipamiento e infraestructura instalada, modificando las densidades de población, los usos y destinos de ocupación del suelo actual y el vigente.

El trazo del gasoducto durante la etapa de planeación, se definió de tal manera que las actividades a realizar causaran el menor impacto a los factores bióticos y abióticos del municipio de Cuautla, por lo que, dicho trazo se definió dentro del derecho de vía de la carretera Federal No. 160 Cuautla – Oaxtepec, de manera que los impactos al suelo fueran mínimos debido a la situación actual de la superficie del derecho de vía de la carretera Federal, el cual se encuentra impactado por las actividades antropogénicas del municipio. Con lo anterior, el desarrollo del proyecto se apega estrictamente a la política marcada en el presente PMDU.

#### *Protección.*

Esta política busca mantener las condiciones del medio ambiente y natural del municipio de acuerdo a las Unidades de Gestión Territorial establecidas en el Programa Municipal de Ordenamiento Ecológico de Cuautla. Con la finalidad de controlar la explotación de los recursos naturales, preservando dentro de los niveles óptimos su utilización, y regeneración.

Las actividades a realizar durante el proyecto, estarán reguladas en todo momento por las políticas y criterios ecológicos establecidos en el territorio municipal por cada una de las Unidades de Gestión ambiental establecidas, considerando que los trabajos de obra civil y operación del proyecto no deberán de ir en contra de lo que establecen los criterios establecidos para cada una de las UGA's donde tendrá influencia el proyecto, tales como la No. 16, 17, 21, 22, 23, 27, 30, 31, 32 y 34 (**Ver Figura IV.4**).

Así mismo, las políticas de conservación y aprovechamiento establecidas por el Programa Municipal de Desarrollo Urbano, serán consideradas durante las diferentes etapas del proyecto, mismas que también se aplicarán conforme a los criterios ecológicos establecidos para cada unidad de gestión ambiental en las que se establezca el proyecto.



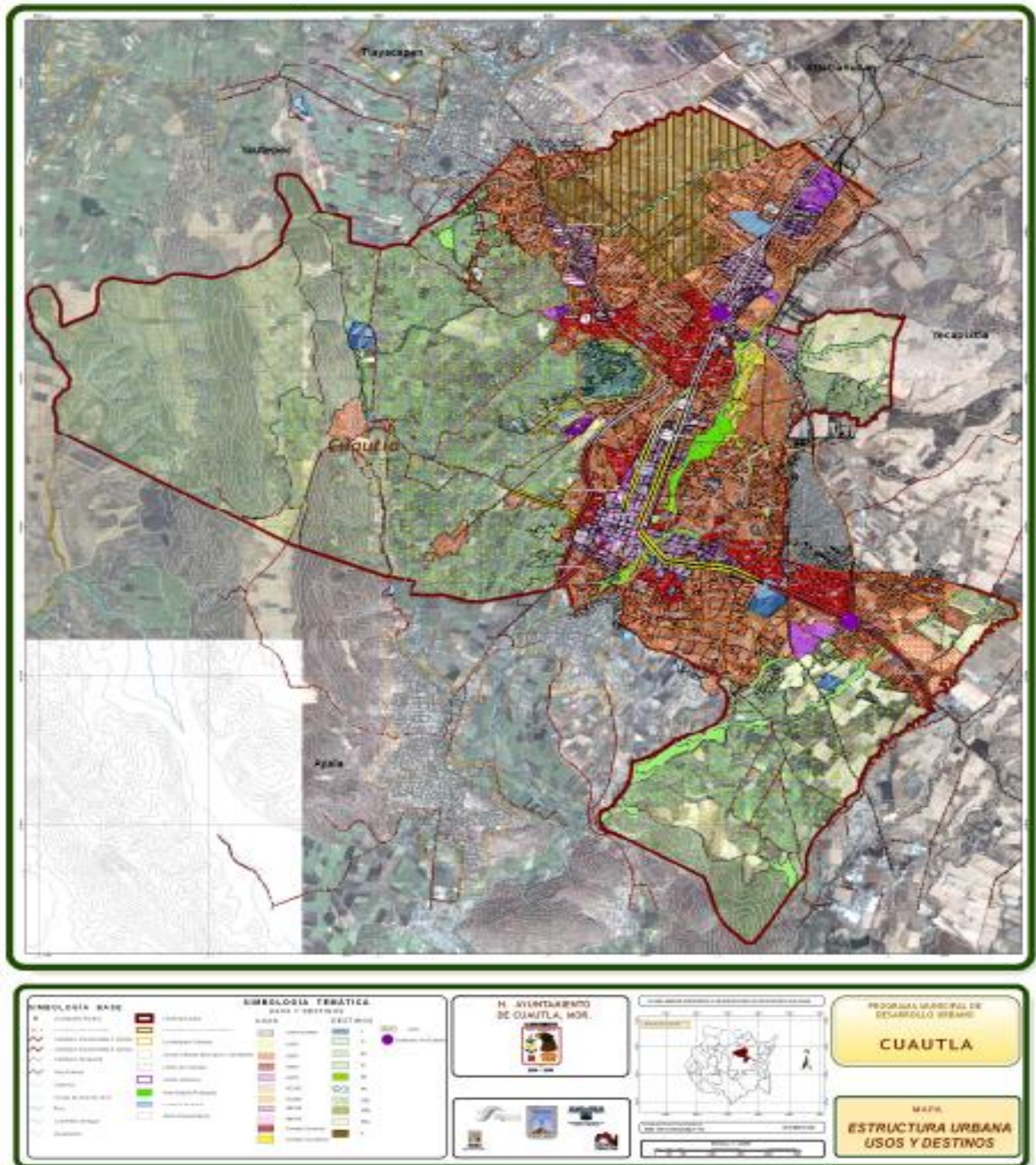


Figura IV.4. Plano de Desarrollo Urbano del Municipio de Cuautla, Morelos.

Fuente. Programa Municipal de Desarrollo Urbano. Municipio de Cuautla.



Plan Municipal de Desarrollo 2009 – 2012. Yecapixtla, Morelos.

En cumplimiento a lo señalado en el artículo 55 de la Ley Orgánica Municipal del Estado de Morelos, el presente Plan Municipal de Desarrollo se formuló con base en lo establecido en los Planes Nacional y Estatal 2007-2012, con la finalidad de que sean congruentes entre sí, y los programas operativos de los diferentes ámbitos de gobierno, guarden la debida coordinación, permitiendo con ello, que los tres niveles de gobierno coadyuven, en la esfera de sus respectivas jurisdicciones, a la consecución de los objetivos de la planeación general.

Con el objeto de que la instauración y puesta en operación del principal, dentro del municipio de Yecapixtla, no afecte los objetivos del presente Plan Municipal de Desarrollo, Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V., se apegará estrictamente a las políticas establecidas en el presente plan.

En el eje rector del Desarrollo Económico sustentable del Plan Municipal de Desarrollo, se establecen objetivos claros que abordan problemáticas vigentes, con la intención de definir políticas públicas que contribuyan a la reducción de la pobreza, buscando equilibrar los valores de conservación de los recursos naturales y el respeto a su biodiversidad con las necesidades económicas de las comunidades de nuestro municipio y ofreciendo oportunidades específicas para mejorar de forma integral las condiciones de vida de los habitantes del municipio de Yecapixtla.

Por lo anterior, la instalación del presente proyecto en el municipio de Yecapixtla, traerá consigo un impacto importante al sector socio económico municipal ya que se generan empleos en las diferentes etapas del proyecto, y se trabajará de manera sustentable de manera de equilibrar los valores de conservación de los recursos naturales durante la ejecución de actividades industriales, con el fin de mitigar impactos ecológicos.

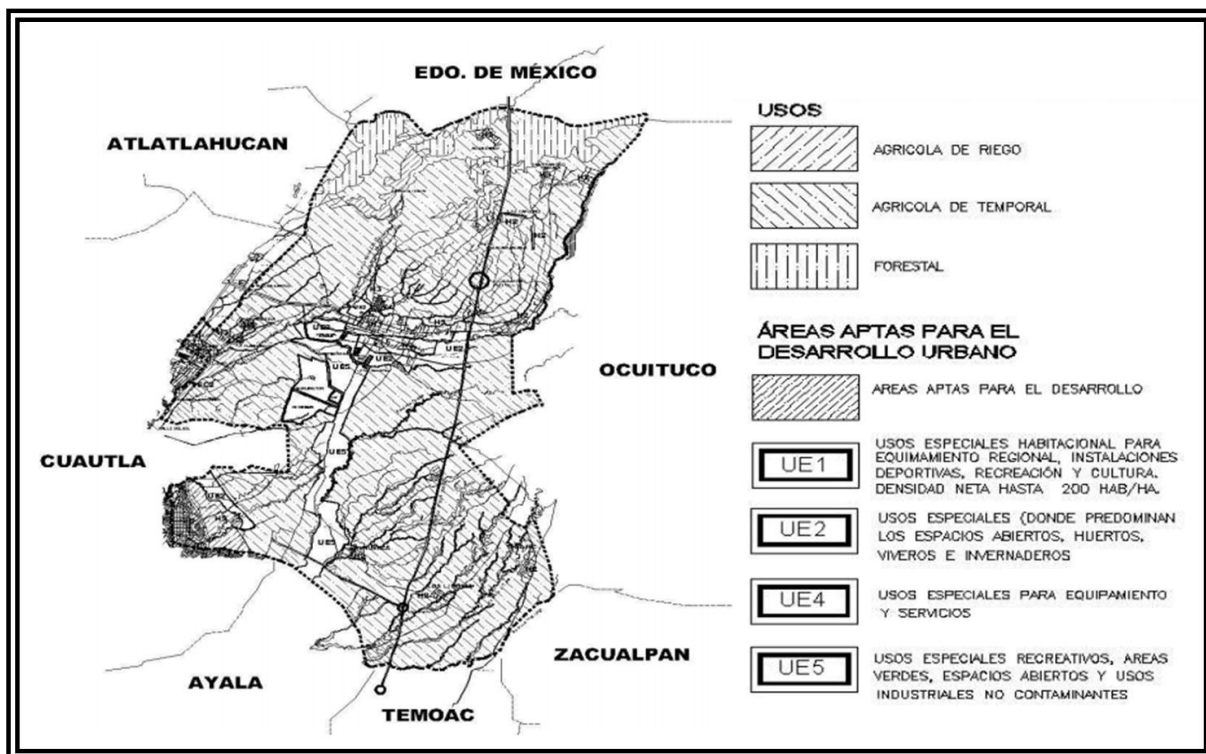


Figura IV.5 Plano de Desarrollo Urbano del Municipio de Yecapixtla, Morelos.

Fuente: Plan Municipal de Desarrollo 2010 – 2012.  
H. Ayuntamiento de Yecapixtla, Morelos.





Plan Municipal de Desarrollo de Ayala. 2009 – 2012.

Como una de las principales estrategias del Plan Municipal de Desarrollo de Ayala (PMDA), se encuentra la de promover un desarrollo urbano ordenado y sustentable, protegiendo el medio ambiente y regenerando las zonas impactadas ecológicamente, con el objeto de coadyuvar al logro de un ambiente más saludable y de un municipio más limpio en términos ambientales para sus habitantes, formulando acciones para propiciar la participación de los sectores productivos en la instrumentación de actividades de mejoramiento ambiental. Por lo anterior, la Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V., en el margen de contribuir con la sustentabilidad que rige el Plan antes mencionado, mantendrá como política principal la conservación del medio ambiente durante las etapas de construcción, operación y mantenimiento, del proyecto en desarrollo, empleando actividades sustentables que contribuyan al desarrollo industrial de la región sin causar impactos significativos al medio ambiente, es por ello que mediante la conservación de los puntos importantes como cuerpos de agua y cruces carreteros, principalmente, se busca cumplir con las estrategias ecológicas dictadas en el presente PMDA.

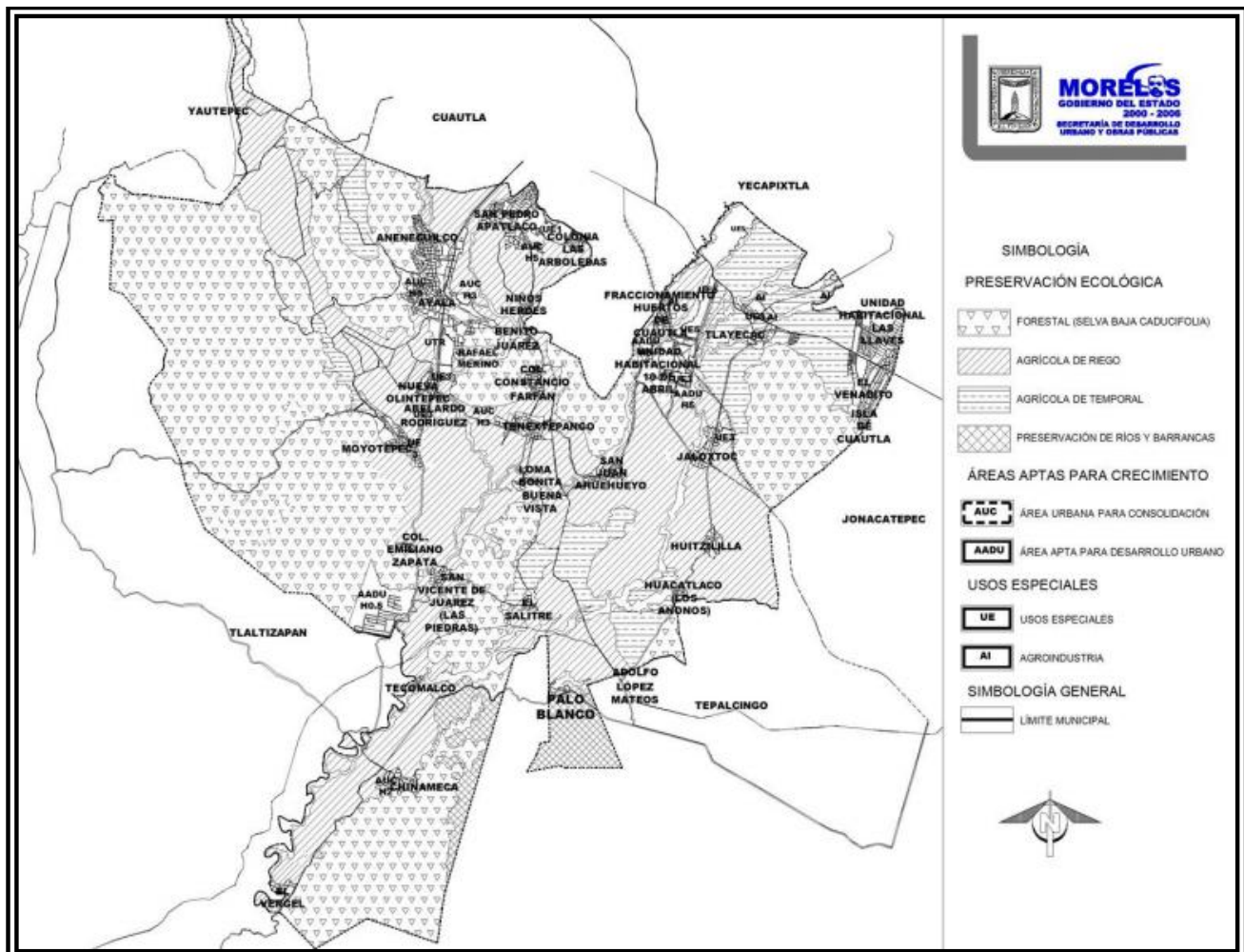


Figura IV.6 Plano de Desarrollo Urbano del Municipio de Ayala, Morelos.

Fuente: Plan Municipal de Desarrollo de Ayala.  
H. Ayuntamiento de Ayala, Morelos.



### ❖ **Programas de Ordenamiento Ecológico.**

A continuación se describen los Ordenamientos Ecológicos decretados de los municipios de Cuautla y Cuernavaca donde se instalará el gasoducto principal, así como el Modelo de Ordenamiento Ecológico Regional del Volcán Popocatepetl.

#### *Modelo de Ordenamiento Ecológico Regional del Volcán Popocatepetl y su zona de influencia.*

En el año 2001, la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, a través del Programa de Desarrollo institucional Ambiental (PDIA), impulsó la elaboración del proyecto denominado “Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región del Volcán Popocatepetl y su Zona de Influencia”, con la participación de los Gobiernos de los Estados de México, Morelos y Puebla. Conscientes de los riesgos tanto naturales como antropogénicos que presenta la Región del Volcán Popocatepetl, resolvieron que el ordenamiento fuera realizado en dos fases:

- a) La primera para la elaboración de la caracterización y diagnóstico integrado de la Región Popocatepetl y su Zona de Influencia, permitiendo identificar claramente los factores bióticos y abióticos que representan el área de estudio, así como sus factores socioeconómicos y de riesgo, definiendo las interacciones de las dimensiones ambiental, sociopolítica y económica en el contexto de integración regional,
- b) La segunda fase para elaborar el Modelo de Ordenamiento Ecológico Territorial que permita regular e inducir el uso del suelo y las actividades productivas bajo una perspectiva que compatibilice el aprovechamiento y la conservación de los recursos naturales y reduzca su vulnerabilidad ante una contingencia volcánica.

#### *Unidades de Gestión Ambiental (UGA's).*

De acuerdo con lo establecido en los objetivos del presente Ordenamiento Ecológico, existen dos grandes temas que representan las amenazas al sistema socionatural: el deterioro ambiental y el peligro eruptivo del volcán Popocatepetl. Éstos son los ejes centrales de la configuración de las Unidades de Gestión Ambiental (UGA), células del modelo de ordenamiento. Debido al carácter del presente ordenamiento en relación con la normatividad del uso del suelo, así como por consideraciones de riesgo eruptivo propiciado por el volcán Popocatepetl, se modificó la denominación estrictamente ambientalista de UGA por *Unidades de Gestión Ambiental (UGA)*, término que será utilizado al describirse el presente modelo de ordenamiento ecológico.

En lo que respecta al factor ambiental, se inicia del análisis de la situación prevaleciente, considerando las variables establecidas en la metodología del presente estudio, tales como, el cambio de uso y aptitud del suelo, la vulnerabilidad ambiental y la fragilidad del mismo, principalmente.

Los objetivos prioritarios en este sentido son los siguientes:

- Preservación y producción de los recursos naturales, priorizando los más afectados y necesarios, tales como el agua, suelo y aire, principalmente,
- En la zona de peligro eruptivo, establecer las normas del uso del suelo necesarias para regular la densidad de población, así como buscar reducir la vulnerabilidad social,
- Al regular las actividades humanas con el fin de inducir la protección y recuperación del ecosistema y mitigar la vulnerabilidad social, se procurará basarse en la prosperidad de los lugareños y de quienes disfrutan de manera legal y armónica de los bienes naturales del área del Volcán Popocatepetl.



### ***Políticas ambientales.***

Las políticas ambientales que serán aplicadas en el territorio corresponden a conservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable y se describen a continuación:

**Aprovechamiento Sustentable.** Conjunto de planes, programas, normas y acciones que busca la utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad estructural y funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos y en congruencia con las necesidades de la población actual y futura.

Se refiere a áreas con usos productivos y actividades sociales actuales, así como aquellas adecuadas para el desarrollo urbano, el uso y manejo intensivo de recursos naturales y aquellas con mayores procesos de transformación de sus ecosistemas.

**Restauración.** Conjunto de planes, programas, normas y acciones que se aplica en aquellas áreas con procesos acelerados de deterioro ambiental, cuya atención requiere de la realización de un conjunto de actividades tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y la continuidad de los procesos naturales.

La restauración puede ser dirigida a la recuperación de áreas degradadas por alguna problemática ambiental o al mejoramiento de ecosistemas, con fines de aprovechamiento, protección o conservación.

**Conservación.** El conjunto de planes, programas, normas y acciones de detección, rescate, saneamiento y recuperación destinados a asegurar que se mantengan las condiciones que hacen posible la evolución o el desarrollo de las especies y de los ecosistemas.

Está dirigida a aquellas áreas o elementos naturales cuyos usos actuales o propuestos proporcionan servicios ambientales de importancia para la sociedad; su incorporación a los sistemas de áreas protegidas municipales, estatales y federales es optativa.

**Protección.** El conjunto de planes, programas, normas y acciones para mejorar el ambiente, prevenir y controlar su deterioro.

Busca identificar y preservar los ambientes naturales con características relevantes, con el fin de salvaguardar los procesos evolutivos y ecológicos, así como salvaguardar la diversidad genética y biológica, la existencia de especies silvestres, terrestres y acuáticas, principalmente las endémicas, las raras, aquellas amenazadas o en peligro de extinción.

Es factible y deseable su incorporación a los sistemas de áreas protegidas municipales, estatales y federales, así como la instrumentación de sus programas de manejo. En el caso de las Áreas de Protección Forestal (LGDFS), comprende los espacios forestales o boscosos colindantes a la zona federal y de influencia de nacimientos, corrientes, cursos y cuerpos de agua, o la faja de terreno inmediata a los cuerpos de agua de propiedad particular.

El trayecto del gasoducto principal, en el cadenamamiento del 4+500A al 9+000A, cruza por el municipio de Yecapixtla, en específico por la localidad urbana Juan Morales, misma que de acuerdo al Modelo de Ordenamiento Ecológico Regional del Volcán Popocatepetl y su zona de influencia, se localiza dentro de la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) No. 46 (**Ver Figura IV.7**), misma que se describe a continuación.



**Tabla IV.2** Unidad de Gestión Ambiental No. 46.

<b>Nombre:</b>	46. Yecapixtla	<b>Centroide (UTM)</b>	
<b>Municipio:</b>	Yecapixtla	<b>Latitud</b>	<b>Longitud</b>
<b>Superficie:</b>	203,5 Has	2082801	518119

**Tabla IV.3** Aspectos Naturales.

<b>Fragilidad Ecológica</b>	<b>Vulnerabilidad Ambiental</b>
Principalmente en los bosques de pino, oyamel y mesófilo	Muy alta para los acuíferos (área con gran permeabilidad)

<b>Uso compatible</b>	<b>Uso incompatible</b>	<b>Uso condicionado</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Investigación,</li> <li>- Asentamientos humanos,</li> <li>- Infraestructura,</li> <li>- Turismo (convencional y Ecoturismo)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Agricultura,</li> <li>- Ganadería,</li> <li>- Agroforestería,</li> <li>- Forestal (maderable y no maderable),</li> <li>- Unidades de manejo ambiental,</li> <li>- Agroturismo,</li> <li>- Minería</li> <li>- Pesca y acuicultura</li> <li>- Industria</li> </ul>	Ninguno

<b>Política Ambiental:</b>	Aprovechamiento Sustentable
----------------------------	-----------------------------



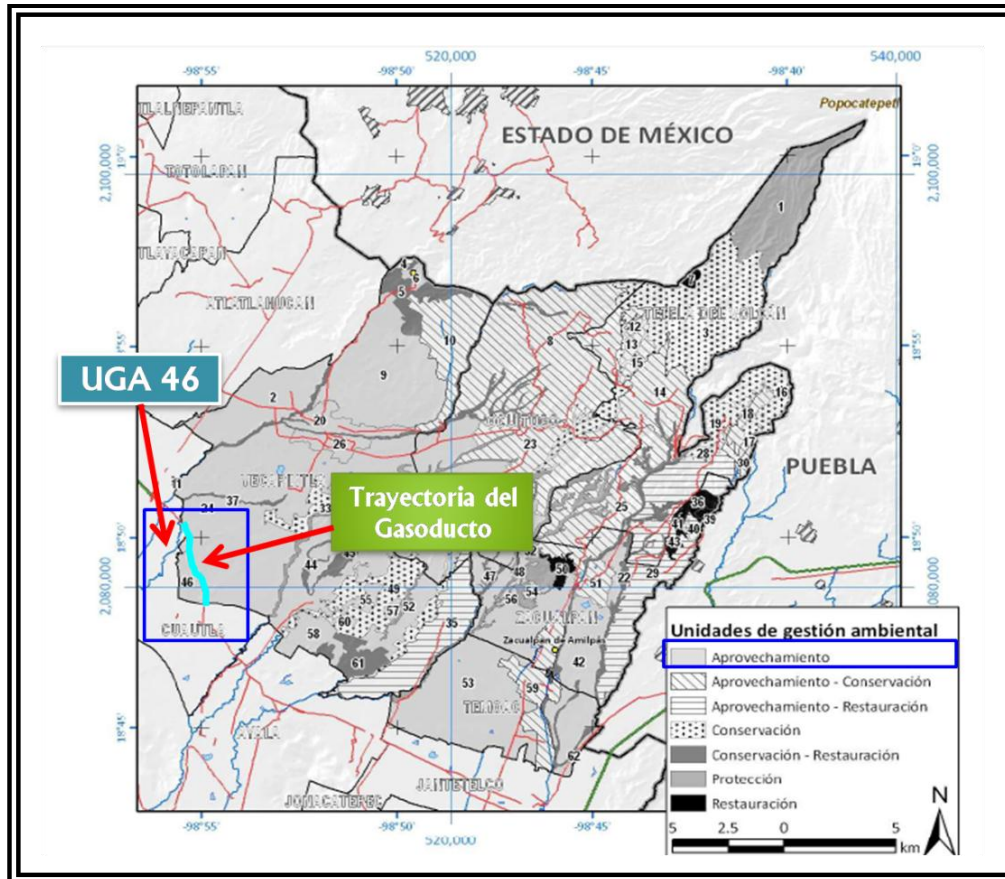


Figura III.1.1 Croquis de ubicación de la UGA No. 46, indicando la trayectoria del Gasoducto principal.

<b>UGA:</b>	46. Yecapixtla	
<b>Política:</b>	Aprovechamiento Sustentable	
<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo compatible.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>
<b>Sector: Infraestructura (IF)</b>		
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>	
1	Las obras de infraestructura que se instalen en el municipio deberán contar con una manifestación de impacto ambiental	Para dar cumplimiento a este criterio se elaborará y presentará el estudio referido.
2	Solo se permitirá la instalación de obras de infraestructura siempre y cuando no tengan efectos negativos sobre los ecosistemas o recursos naturales del municipio	La infraestructura a instalar (Gasoducto de 12", 10", 8" y 6 Ø), consiste en tubería en acero al carbón de diversos diámetros, lo cual se realizará sobre el derecho de vía de la carretera federal No. 160, cual se encuentra impactado por la presencia de





		residuos sólidos urbanos.
--	--	---------------------------

<b>UGA:</b>	46. Yecapixtla	
<b>Política:</b>	Aprovechamiento Sustentable	
<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo compatible.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>
<b>Sector: Infraestructura (IF)</b>		
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>	
3	Las obras de infraestructura deberán prever medidas de mitigación por ubicarse en un área natural protegida	El área donde se instalará el gasoducto principal, no atraviesa ninguna de las áreas naturales protegidas de carácter Federal y Estatal decretadas para el Estado de Morelos por el Consejo Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONAP) de la SEMARNAT.
4	La infraestructura carretera y las nuevas vialidades deberán mitigar los efectos negativos sobre el flujo de la fauna	El gasoducto principal se instalará dentro del derecho de vía de las carreteras federales No. 160 y 115, el cual quedara instalado subterráneamente.
5	Las obras de infraestructura de nuevas carreteras deberán mitigar los efectos negativos sobre la generación de nuevos centros de población	Durante la instalación del gasoducto principal, no se realizará la construcción de nuevas vialidades, ya que para verificación y mantenimiento se usara la vialidad existente como es la carretera Federal No. 160.

Fuente: *Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Volcán Popocatepetl y su zona de influencia. Periódico Oficial Tierra y Libertad 30 de Diciembre del 2009*

Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Municipio de Cuernavaca.

Las Unidades de Gestión Ambiental (UGA's) para el programa Municipal de Ordenamiento Ecológico y Territorial, se definieron con base en diferentes criterios. El primer paso para la definición de las UGA's, fue realizar una regionalización con base en el relieve, en el uso de suelo y vegetación actual, y los límites el corredor biológico Chihinautzin. Con base en una discusión interdisciplinaria y en mesas de discusión llevadas a cabo en un taller de planeación participativa, se fue revisando la congruencia y pertinencia para la definición de cada UGA. De esta manera, y con base en un proceso iterativo que involucró la revisión de los mapas base como el de vegetación, aptitud y de características socioeconómicas se fueron definiendo de manera manual y puntual cada una de las UGA's dentro del SIG, el número de UGA's totales fue de 199.



Estas UGA's son base en un primer criterio que es el grado de urbanización. Para tomarlo en cuenta se creó una capa de zonas urbanas que incluye las áreas verdes.

### **Políticas Ambientales.**

Tanto la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) como la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del estado de Morelos del 22 de Diciembre de 1999, contemplan las siguientes políticas ambientales.

**Protección:** Corresponde a aquellas áreas naturales susceptibles de integrarse al Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP) o a los sistemas equivalentes en el ámbito estatal y municipal. En estas áreas se busca el mantenimiento de los ambientes naturales con características relevantes, con el fin asegurar el equilibrio y la continuidad de los procesos evolutivos y ecológicos.

**Conservación:** Está dirigida a aquellas áreas o elementos naturales cuyos usos actuales o propuestos no interfieren con su función ecológica relevante y su inclusión en los sistemas de áreas naturales en el ámbito estatal y municipal es opcional. Esta política tiene como objetivo mantener la continuidad de las estructuras, los procesos y los servicios ambientales, relacionados con la protección de elementos ecológicos y de usos productivos estratégicos.

**Restauración:** Se aplica en áreas con procesos de deterioro ambiental acelerado, en las cuales es necesaria la realización de un conjunto de actividades tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales. La restauración puede ser dirigida a la recuperación de tierras que dejan de ser productivas por su deterioro o al restablecimiento de su funcionalidad para un aprovechamiento sustentable futuro.

**Aprovechamiento sustentable de los Recursos Naturales:** Se asigna a aquellas áreas que por sus características, son apropiadas para el uso y el manejo de los recursos naturales, en forma tal que resulte eficiente, socialmente útil y no impacte negativamente sobre el ambiente.

El trayecto del gasoducto principal, cruza por el municipio de Cuernavaca, y de acuerdo al Programa de Ordenamiento Ecológico para este municipio, éste gasoducto se localiza dentro de las Unidades de Gestión Ambiental (UGA's) No. 136, 151, 153, 158, 163, 164 y 166 (**Ver Figura III.1.1**), mismas que se describe a continuación.

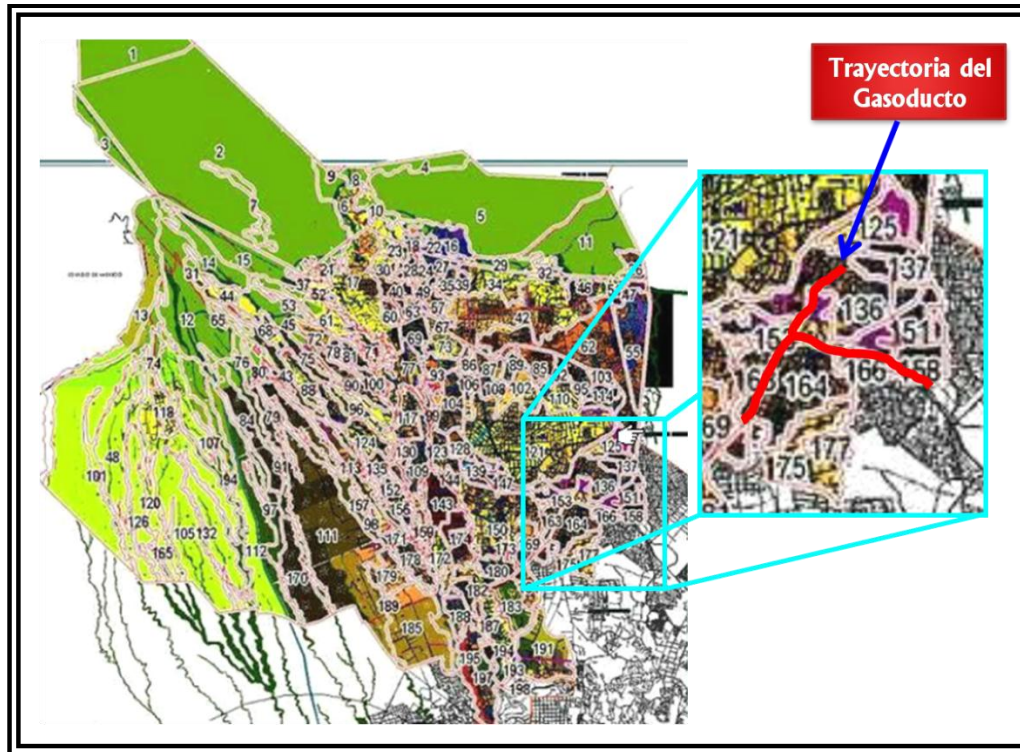


Figura III.1.1 Mapas de ubicación de las UGA's, indicando la trayectoria del Gasoducto principal.

Fuente: Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Municipio de Cuernavaca. 01 de Mayo del 2009.

Criterios Ecológicos para usos de suelo compatible.		Relación con el Proyecto
Sector: Agricultura		
Cve.	Criterio	
AG1	Se promoverá la realización de estudios para el desarrollo de alternativas productivas.	El proyecto no realizará actividades productivas agrícolas
AG2	Se promoverá el uso de las áreas de cultivo, a través de prácticas agroecológicas y agroforestales que permitan un aprovechamiento mas eficiente de los recursos naturales.	La instalación del gasoducto principal no causará afectaciones a las áreas de cultivo.
AG3	El uso y aplicación de insecticidas y herbicidas se realizará de acuerdo a la normatividad de la CICOPLAST (Comisión Intersectorial para el Control, Proceso y Uso de Pesticidas y Sustancias Tóxicas).	Durante las actividades de construcción y operación del gasoducto no se utilizarán insecticidas ni herbicidas.
AG4	Se promoverán programas de certificación ambiental y de calidad agrícola a través de asesoría técnica para vincular las cadenas	Las actividades a realizar en las etapas del proyecto no involucran actividades agrícolas.



	productivas de alto valor agregado.	
AG5	Se fomentará la creación y el mantenimiento de cercas vivas,	No se promoverá la creación de cercas vivas, ya que no se causará afectación a este tipo de formas durante la instalación del gasoducto principal.
AG6	Las áreas agrícolas de la UGA se considerarán estratégicas y NO podrán ser sustituidos por asentamientos o desarrollos urbanos.	La instalación del gasoducto se realizará dentro del derecho de vía de la carretera Federal No. 160.
AG7	Se promoverá la diversificación de cultivos acorde con las condiciones del sitio.	Este tipo de actividades no le competen al promovente del proyecto, ya que no se afectarán los cultivos presentes en los municipios donde se ubicará el proyecto.
AG8	Se mantendrán o crearán franjas de vegetación nativa de 5 o más metros alrededor de las parcelas, para proteger el uso y dar refugio a la fauna.	En el programa de remediación de impactos se tiene contemplado la reforestación en las áreas del derecho de vía de la carretera Federal No. 160, en caso de haber generado impactos negativos al suelo.
AG9	En las cercas vivas se promoverá la diversificación de especies nativas.	No se realizará la creación de cercas vivas ni tampoco la venta de productos agrícolas.
AG10	En terrenos agrícolas de áreas colindantes con las zonas urbanas, se fomentará la venta directa de productos al público.	
AG11	Las aguas de riego provenientes de actividad humana, deberán someterse a un tratamiento previo al uso para evitar salinización y contaminación.	En las etapas del proyecto no se generaran descargas de agua residual o grises.
AG12	La aplicación de pesticidas será regulada y localizada para asegurar el control y manejo adecuado de los mismos.	No se utilizarán pesticidas en las actividades de construcción y operación del proyecto.
AG13	Se fomentarán aquellas prácticas agropecuarias que prevengan la erosión del suelo.	Durante la obra civil del proyecto, se buscará la manera de impactar lo menos posible al suelo existente en el derecho de vía de la carretera Federal No. 160, el cual ya presenta impactos por la presencia de RSO.

<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo compatible.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>
<b>Sector: Agricultura</b>		
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>	
AG14	Se promoverá la transferencia de tecnología alternativa para el desarrollo de la actividad agrícola y pecuaria (según el caso).	No se aplicarán tecnologías para la realización de actividades agrícolas, ya que éstas no se realizaran en la construcción y operación del gasoducto.
AG15	Se fomentará el uso múltiple del suelo en traspatio (hortalizas biodinámicas, manejo de aves de corral, árboles frutales, cunicultura, porcicultura, apicultura, acuacultura), para favorecer el autoabasto, incrementar la disponibilidad de productos para la dieta familiar y asegurar mayores excedentes comercializables y retornos monetarios al trabajo familiar.	Este tipo de actividades no se realizarán en las diferentes etapas del proyecto, ya que el proyecto consiste en el diseño ejecutivo de un gasoducto para el transporte de gas natural.
AG16	Se prohíbe el almacenamiento, uso alimentario y siembra de semillas y material vegetal transgénico para fines agrícolas,	



	hortícolas, y pecuarios, a menos de que exista un estudio técnico y científico que demuestre que el material no afecta a los ecosistemas naturales, la salud humana y la del ganado.	
AG17	Se prohíbe la expansión de la superficie agrícola a costa del aprovechamiento forestal, el desmonte de la vegetación, el cinchamiento o muerte de la vegetación forestal por cualquier vía o procedimiento, la afectación a la vegetación natural, así como a la afectación del paisaje, la quema, remoción y barbecho de los ecosistemas de pastizales naturales y matorrales.	
AG18	Se emplearán métodos culturales como: rotación de cultivos, control biológico, control mecánico, métodos físicos y mecánicos, entre otros, para el control de plagas.	
AG19	Se gestionará ante dependencias y organismos estatales y federales competentes la asistencia técnica adecuada, créditos suficientes y apoyo a la comercialización de los productos del campo.	El proyecto no realizará actividades productivas agrícolas
AG20	Se creará y mantendrá actualizado un padrón de agricultores.	Esta actividad no se realizará en la construcción y operación del gasoducto.
AG21	Los agricultores inscritos en el padrón del sector que se apeguen a criterios ecológicos en las prácticas de cultivos tendrán prioridad para acceder a los incentivos agrícolas.	El proyecto no realizará actividades productivas agrícolas
AG22	El área de cultivo deberá estar separada de ríos y cuerpos de aguas por una zona de amortiguamiento boscosa de 30 m (geodésicos) de ancho, tomados desde el borde de la zona federal.	No se afectaran áreas de cultivo ni cuerpos de agua presentes en la zona.

<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo compatible.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>
<b>Sector: Agricultura</b>		
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>	
AG23	Las aguas con alto contenido de sales no deberán usarse para el riego de aquellos suelos con bajo poder de infiltración o con drenaje deficiente.	Se utilizará agua tratada para el riego de las áreas donde se realice la obra civil del proyecto.
AG24	Debido a las variaciones en la calidad del agua, se le harán análisis periódicos, ya sea a intervalos dados o bien durante el periodo potencial de riesgo.	Solo se utilizará agua tratada durante las actividades a realizar en la obra civil del proyecto.
AG25	En las zonas de riego se recomienda establecer un cultivo de cobertera al final de cada ciclo del cultivo, que será incorporado como abono verde o bien utilizado como forraje en el siguiente ciclo.	No se afectarán zonas den riego
AG26	Las prácticas agrícolas tales como barbecho,	No se realizaran prácticas agrícolas en las etapas





	surcado y terraceo deberán realizarse en el sentido de las curvas de nivel del terreno.	del proyecto.
AG27	Se gestionarán la capacitación, asistencia técnica y financiera necesaria para incrementar la producción de los cultivos, recurriendo ante los organismos oficiales competente.	Esto no se tiene contemplado en las actividades a desarrollar en el proyecto.
AG28	En las tierras de riego se fomentará la siembra de aquellos productos de mayor rentabilidad y realizar como mínimo dos cosechas al año, siendo necesaria la utilización racional de la infraestructura agrícola.	Las actividades de cosecha no están contempladas en las actividades del proyecto.
AG29	Para incrementar la productividad y rentabilidad de los cultivos se propiciará la organización social de los ejidatarios, a través del impulso o fortalecimiento de sus sociedades de productores, sociedades cooperativas, asociaciones con pequeños propietarios e inversionistas y grupos solidarios de producción, cuidando que la distribución de los costos, riesgos y beneficios sea equitativa.	No se realizarán actividades agrícolas en las etapas del proyecto.
AG30	Se fomentará la instalación de sistemas de riego de bajo consumo de agua.	No se realizará la instalación de sistemas de riego.
AG31	Se enfatizará el uso del agua utilizada para riego, mediante la conservación y rehabilitación de los canales de riego, requiriéndose de los suficientes recursos financieros, que deberán ser aportados por los distintos niveles de Gobierno: asimismo, se buscarán los mecanismos para que la población beneficiada participe mediante aportaciones económicas o de su fuerza de trabajo.	El suministro de agua tratada se realizará mediante tanques de almacenamiento portátiles.

<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo compatible.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>
<b>Sector: Agricultura</b>		
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>	
AG32	Se fomentarán los programas de reconversión de uso agrícola a uso agroforestal.	Este tipo de actividad no le corresponde realizar a la empresa promotora del proyecto, ya que las actividades del mismo no tendrán relación ni causaran daños al sector agrícola de la región.
AG33	Se canalizarán a las áreas temporales los recursos técnicos y financieros (créditos y seguros agrícolas) suficientes para apoyar a la producción de los cultivos tradicionales.	

<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo compatible.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>
<b>Sector: Asentamientos Humanos</b>		



Cve.	Criterio	
AH1	Los asentamientos humanos y su densidad poblacional deberán adecuarse a la política, usos y criterios de la UGA.	Las actividades del proyecto se apegarán estrictamente a los criterios ecológicos de cada UGA.
AH2	No se permitirá construir establos y corrales dentro del área urbana.	No se tienen contempladas este tipo de actividades en la construcción y operación del proyecto.
AH3	Se fomentará el uso de especies nativas para la reforestación de las vialidades, áreas verdes y espacios abiertos públicos, con base en el listado de especies definido por el Ayuntamiento.	Las actividades de reforestación, en caso de requerirse, se realizaran con especies nativas de los municipios donde se ubicará el proyecto.
AH4	Los centros de población con más de 1 500 habitantes deberán contar con equipamiento para el manejo integral de residuos sólidos.	Durante la obra civil del proyecto se realizará un buen manejo de residuos desde la generación hasta su disposición final.
AH5	Se formulará y aplicará en la UGA un programa municipal de separación de residuos sólidos para su reducción, reuso y reciclaje. Los fraccionamientos, condominios y centros urbanos de vieja y nueva creación en la UGA deberán presentar un programa particular independiente.	La empresa promovente del proyecto cuenta con procedimientos para el correcto manejo de los RSO.
AH6	Se deberá modificar el coeficiente de ocupación del suelo (COS) y el coeficiente de absorción del suelo (CAS) establecidos en el Programa de Desarrollo Urbano vigente de manera que la superficie mínima de áreas verdes por predio sea mayor a los 12 metros cuadrados por habitante. No se considerarán como áreas verdes: el adopasto o cualquier elemento estructural de la edificación cubierto con vegetación.	Se realizará la reforestación de las áreas en caso de haber ocasionado impactos significativos en el derecho de vía de la carretera Federal No. 160.
<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo compatible.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>
<b>Sector: Asentamientos Humanos</b>		
Cve.	Criterio	
AH7	No se permitirá la disposición de aguas residuales no tratadas, residuos sólidos y de construcción, corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos,	No se generarán aguas residuales que puedan afectar a los cuerpos de agua naturales; y los RSO generados serán depositados en contenedores debidamente identificados.



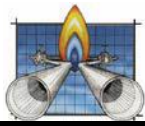
	inflamables y biológicos infecciosos en ríos, canales, barrancas o en cualquier tipo de cuerpo natural.	
AH8	Se fomentará la captación y la utilización de las aguas pluviales para el riego de las áreas verdes, llenado de albercas y uso domestico. El drenaje pluvial deberá estar separado del drenaje sanitario, cumpliendo con las especificaciones de diseño establecidas para este tipo de sistemas.	No se realizará el riego de áreas verdes, llenado de albercas ni para el uso domestico. Se utilizará agua tratada para el riego de las áreas donde se realizará la obra civil del proyecto.
AH9	Los centros de población con más de 2,500 habitantes deberán contar con plantas de tratamiento de aguas residuales, cumpliendo la NOM-003-SEMARNAT-1996.	Este criterio no le compete al promovente del proyecto.
AH10	Se promoverá que los centros de población de 2,500 habitantes o menos dirijan sus descargas hacia sistemas alternativos para el manejo de las aguas residuales.	
AH11	Los asentamientos humanos deberán contar con lineamiento para la construcción de obra e infraestructura relacionado con la prevención de desastres naturales, industriales y agropecuarios, y previo a la construcción se deberá elaborar un estudio de riesgo y prevención de desastres, avalado por la autoridad competente en materia de protección civil.	La infraestructura a instalar contará con las medidas necesarias de seguridad para la prevención de desastres, ya que se instalará de manera subterránea.
AH12	El desarrollo de las zonas de reserva urbana deberá efectuarse de forma gradual y con base en una optima densificación de las áreas urbanas existentes.	El gasoducto se instalará dentro del derecho de vía de la carretera Federal No. 160.
AH13	No se autorizará ni permitirá la creación de nuevos núcleos de población o asentamientos humanos.	
AH14	Se fomentará la reducción de la contaminación de las actividades comerciales.	Con el uso de un combustible más amigable con la atmósfera se promueve la reducción de la contaminación de la atmósfera.
AH15	Los asentamientos humanos deberán contar con equipamiento e infraestructura para el acopio y manejo de residuos sólidos adecuados a las condiciones topográficas y de acceso de la UGA.	Se instalarán contenedores para el correcto almacenamiento de los residuos sólidos, para posteriormente ser entregados a empresas debidamente autorizadas por el municipio para el confinamiento de dichos residuos.

<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo compatible.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>
<b>Sector: Industria</b>		
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>	
IN1	Se promoverá que las industrias que realicen actividades consideradas como riesgosas	Para dar cumplimiento a este criterio, la empresa promovente del proyecto realizará el Estudio de



	elaboren los estudios de riesgo ambiental y los programas para la prevención de accidentes.	Riesgo Ambiental y elaborará el Programa para la Prevención de Accidentes.
IN2	Las industrias deberán cumplir con la normatividad vigente con relación al manejo y disposición final de residuos sólidos y líquidos.	La empresa se apegará a la normatividad ambiental Federal, Estatal y Municipal, para el manejo integral de los residuos.
IN3	Se deberá promover y estimular el reciclaje y tratamiento de los residuos industriales.	Solo se generarán residuos sólidos urbanos en las diferentes etapas del proyecto.
IN4	Las industrias ubicadas en el área de ordenamiento deberán reducir y controlar las emisiones de contaminantes a la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles de acuerdo con las normatividad vigente, particularmente las fuentes fijas de jurisdicción federal.	Para la mitigación de las emisiones de contaminantes se aplicará un programa de mantenimiento preventivo y los vehículos durante la obra civil circularán a baja velocidad.
IN5	Las industrias deberán cumplir con la normatividad relativa a la prevención y control de la contaminación del agua y los ecosistemas acuáticos.	Las actividades del proyecto se apegarán con estricto orden a las normas oficiales para la prevención de la contaminación del agua.
IN6	Deberán clasificarse los cuerpos receptores de descarga de aguas residuales de acuerdo a su capacidad de asimilación o dilución y determinarse la carga contaminante que pueden recibir sin afectar la calidad de los ecosistemas y los servicios ambientales que brindan.	No se generarán descargas de agua residual en las diferentes etapas del proyecto.
IN7	Las actividades industriales deberán prevenir y reducir la generación de residuos sólidos e incorporar técnicas para su reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficiente.	Mediante procedimientos, se cuenta con las medidas y técnicas para prevenir la contaminación del suelo por la generación de RSO.
IN8	Toda infraestructura donde exista riesgo de derrames, deberá contar con diques de contención acordes al tipo y volumen de almacenamiento y conducción.	En la operación del gasoducto, se contará con las medidas preventivas de seguridad para la detección de fugas, lo cual, corresponde a los celajes diarios del derecho de vía del gasoducto para descartar la presencia de fugas.
IN9	Toda industria, conjuntamente con las autoridades competentes, deberá informar a la población circundante de los riesgos inherentes a los procesos de producción y conducción, y deberán participar en la implementación de los planes de contingencia correspondientes.	Como parte de las responsabilidades del promovente del proyecto, está la de alertar a la población del riesgo existente por la operación del gasoducto.
IN10	Las autoridades competentes periódicamente deberán revisar los planes de contingencia de cada industria, así como el correcto funcionamiento de la planta industrial y de los programas de seguridad industrial.	La empresa promovente del proyecto contará con los documentos solicitados en el presente criterio, mismos que tendrá disponibles para su evaluación por la autoridad competente.

<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo compatible.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>
<b>Sector: Industria</b>		
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>	
IN11	Se prohíbe el depósito de desechos sólidos y	No se generarán descargas de agua residual.



	las descargas de drenaje sanitario y/o industrial sin tratamiento a cuerpos de agua permanente y temporal.	
IN12	Se deberán restaurar las áreas afectadas por los depósitos de sustancias de desecho producto de los procesos industriales, de acuerdo a un plan aprobado por las autoridades competentes.	No se afectará al suelo existente en el derecho de vía de la carretera Federal No. 160, por sustancias de desecho.
IN13	Se buscará la diversificación de las actividades industriales de forma tal que se aprovechen las materias primas, sustancias de desecho y los insumos regionales.	Se aprovechará el suelo existente en el derecho de vía de la carretera Federal No. 160, por tratarse de área ya impactada por las actividades antropogénicas de los habitantes de los municipios por donde se ubica dicha vialidad.
IN14	Se fomentará que la industria existente aproveche la totalidad de su capacidad instalada e incremente su participación social mediante capacitación de la población de las comunidades aledañas.	En todo momento se aprovechará la totalidad de la capacidad instalada para dar suministro de gas natural a los socios comerciales.
IN15	Las instalaciones industriales deberán estar separada de barrancas, ríos y de cuerpos de agua por una zona de amortiguamiento de 50 m de ancho, en caso contrario deberán mostrar mediante estudios técnicos el nulo impacto.	Como ya se citó, el proyecto quedará instalado dentro del derecho de vía de la carretera Federal No. 16, el cual se encuentra separado de barrancas, ríos y cuerpos de agua.

### *Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Municipio de Cuautla, Morelos.*

Para lograr que el potencial de los paisajes y el manejo de los criterios, lineamientos medidas y recomendaciones ecológicas sean aplicables en un contexto espacial es necesario delimitar las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) que constituirán el modelo base del Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio.

En términos generales, estas unidades se caracterizan por su homogeneidad en los atributos naturales, situación ambiental y la aptitud territorial. De esta forma, para su delimitación se consideraron los conflictos territoriales identificados, los usos y destinos del suelo asignados en el programa municipal de desarrollo urbano vigente y la propuesta de la ciudadanía como resultado de los talleres de planeación participativa. Para lo anterior, se realizó un análisis interdisciplinario, incluyendo la participación de los funcionarios que inciden en la toma de decisiones urbano-ambientales del municipio.

Para el municipio de Cuautla se definieron 39 Unidades de Gestión Ambiental (UGA), las cuales tienen asignadas, las políticas ambientales, modalidades de usos de suelo predominante, compatible y condicionado, así como los criterios de regulación ecológica y las metas ambientales a corto mediano y largo plazo.

### **Políticas Ambientales.**

Las condiciones ambientales del territorio, su calidad y fragilidad son fundamentales para establecer las políticas de ordenamiento. Así como para definir los criterios de uso de suelo para Protección, Preservación, Restauración y Aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. Este proceso de





análisis permite asignar a cada polígono la política ambiental más adecuada con sus diferentes modalidades de usos del suelo, como uso predominante, compatible y condicionado.

De acuerdo a la Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, del Estado de Morelos, se consideraron las siguientes políticas:

Preservación (Pre). El conjunto de políticas y medidas para mantener las condiciones que propicien la evolución y continuidad de los ecosistemas y hábitats naturales, así como para conservar a las poblaciones viables de especies en sus entornos naturales y los componentes de la biodiversidad de su hábitat natural. Se aplica a aquellas áreas que cumplen con una función ecológica importante, zonas en las que se pueden realizar ciertas actividades, limitadas a usos que permitan la preservación de las condiciones naturales y propicien la recuperación del equilibrio ambiental.

Protección (Pro). El conjunto de políticas y medidas para mejorar el ambiente y evitar su deterioro. Se asigna a aquellas áreas donde, por las características ecológicas de sus ecosistemas, se busca preservar los ambientes naturales con el fin de asegurar el equilibrio y la continuidad de los procesos ecológicos.

Restauración (Res). Conjunto de actividades tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales. Se asigna a las áreas que han estado sometidas a procesos de deterioro ambiental y que, por sus características originales, deberán ser restauradas con el fin de recuperar hábitats importantes o procesos ecológicos vitales.

Aprovechamiento sustentable (Apr). Es la utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos. Esta política que se asigna a aquellas áreas donde será permitido el uso y manejo de los recursos renovables y no renovables, en forma tal que resulte eficiente, socialmente útil y que no impacte en forma negativa y de manera significativa a los procesos ecológicos de la región.

Fuente: Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Municipio de Cuautla, Morelos.  
Gobierno del estado de Morelos.  
14 de Mayo del 2008.

De acuerdo al Mapa del Modelo de Ordenamiento Ecológico del Territorio de Cuautla Morelos, las Unidades de Gestión Ambiental (UGA's) que tendrán influencia en el presente proyecto son la No. 16, 17, 21, 22, 23, 27, 30, 31, 32 y 34 (**Ver Figura III.1.2**). A continuación se indican las características de cada UGA, donde tendrá influencia el proyecto.

Tabla IV.1.3 Unidad de Gestión Ambiental No. 16.

Política	Superficie (Has)	Usos de Suelo			Criterios
		Predominante	Compatible	Condicionado	



Aprovechamiento	743	Agricultura (temporal)	Agricultura (temporal), Asentamientos humanos, Infraestructura y Equipamiento.	Agricultura, Asentamientos humanos, Cultural, Infraestructura y Equipamiento.	Gn 2,3,4,5,6,7,9,10,11,12; Ag 1,2,3,4,5,6,7,8; Ah 1,2,3,5,6; Cu 1,2,3; IyE 6,7,8,9,10,12,13.  <b>Ver Tabla III.1.13</b>
-----------------	-----	------------------------	--	--	---

**Tabla IV.1.4** Unidad de Gestión Ambiental No. 17.

Política	Superficie (Has)	Usos de Suelo			Criterios
		Predominante	Compatible	Condicionado	
Aprovechamiento y Restauración	1 815	Asentamientos humanos	Asentamientos humanos, Infraestructura y Equipamiento, Turismo.	Asentamientos humanos, Cultural, Infraestructura y equipamiento, Turismo	Gn 1,2,3,4,5,6,7,10,11,13; Ah 1,2,3,5,6,7; Cu 1,2,3; IyE 1,2,4,5,6,7,8,10; Tu 2,3,4.  <b>Ver Tabla III.1.13</b>

**Tabla IV.1.5** Unidad de Gestión Ambiental No. 21.

Política	Superficie (Has)	Usos de Suelo			Criterios
		Predominante	Compatible	Condicionado	
Restauración	28,6	Flora y Fauna	Flora y Fauna	Flora y Fauna, Forestal.	Gn 5,6,10,12 Ff 1,2,3,5,6,7,8,9. Fo 3,4,7,8,9.  <b>Ver Tabla III.1.13</b>

**Tabla IV.1.6** Unidad de Gestión Ambiental No. 22.

Política	Superficie (Has)	Usos de Suelo			Criterios
		Predominante	Compatible	Condicionado	
Aprovechamiento	183	Agricultura (riego)	Agricultura, Cultural.	Agricultura, Asentamientos humanos, Cultural, Turismo (sustentable)	Gn 1,5,6,9,11,12; Ag 1,2,3,4,5,6,7,8; Ah 1,2,3,5,6; Cu 1,2,3; Tu 1,2,3,4.  <b>Ver Tabla III.1.13</b>

**Tabla IV.1.7** Unidad de Gestión Ambiental No. 23.

Política	Superficie	Usos de Suelo	Criterios
----------	------------	---------------	-----------



	(Has)	Predominante	Compatible	Condicionado	
Aprovechamiento	75,5	Agricultura	Agricultura, Infraestructura y Equipamiento, Forestal.	Agricultura, Asentamientos humanos, Infraestructura y Equipamiento.	Gn 5,10,12; Ag 1,2,3,4,5,6,7,8; Ah 1,2,3,5,6,7; IyE 6,7,8,9,10,12,13;  <i>Ver Tabla III.1.13</i>

**Tabla IV.1.8** Unidad de Gestión Ambiental No. 27.

Política	Superficie (Has)	Usos de Suelo			Criterios
		Predominante	Compatible	Condicionado	
Aprovechamiento	909	Asentamientos humanos	Asentamientos humanos, Infraestructura y Equipamiento.	Asentamientos humanos, Cultural, Infraestructura y Equipamiento, Turismo.	Gn 1,5,6,10,12; Ah 1,2,3,5,6,7; Cu 1,2,3; IyE 2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12; Tu 2,3,4,5.  <i>Ver Tabla III.1.13</i>

**Tabla IV.1.9** Unidad de Gestión Ambiental No. 30.

Política	Superficie (Has)	Usos de Suelo			Criterios
		Predominante	Compatible	Condicionado	
Aprovechamiento	215	Agricultura (temporal)	Agricultura, Forestal.	Agricultura, Forestal.	Gn 5,6,10,12; Ag 1,2,3,4,5,6,7,8; Fo 3,4,5,6,7,8,9.  <i>Ver Tabla III.1.13</i>

**Tabla III.1.10** Unidad de Gestión Ambiental No. 31.

Política	Superficie (Has)	Usos de Suelo			Criterios
		Predominante	Compatible	Condicionado	
Aprovechamiento	64	Asentamientos humanos.	Asentamientos humanos, Infraestructura y Equipamiento.	Asentamientos humanos, Infraestructura y Equipamiento.	Gn 5,6,10,12; Ah 1,2,3,5,6; IyE 2,4,5,7,8,9,10,11,12.  <i>Ver Tabla III.1.13</i>

**Tabla IV.1.11** Unidad de Gestión Ambiental No. 32.

Política	Superficie	Usos de Suelo	Criterios
----------	------------	---------------	-----------



	(Has)	Predominante	Compatible	Condicionado	
Aprovechamiento	349	Agricultura (Temporal).	Agricultura, Forestal.	Agricultura, Forestal.	Gn 5,6,10,12; Ag 1,2,3,4,5,6,7,8 Fo 3,4,5,6,7,8,9.  <i>Ver Tabla III.1.13</i>

**Tabla IV.1.12** Unidad de Gestión Ambiental No. 34.

Política	Superficie (Has)	Usos de Suelo			Criterios
		Predominante	Compatible	Condicionado	
Protección	39,1	Flora y Fauna.	Flora y Fauna, Forestal.	Flora y Fauna, Forestal.	Gn 10 Ff 1,5,6,7,8,9 Fo 3,4,5,6,7,8,9.  <i>Ver Tabla III.1.13</i>



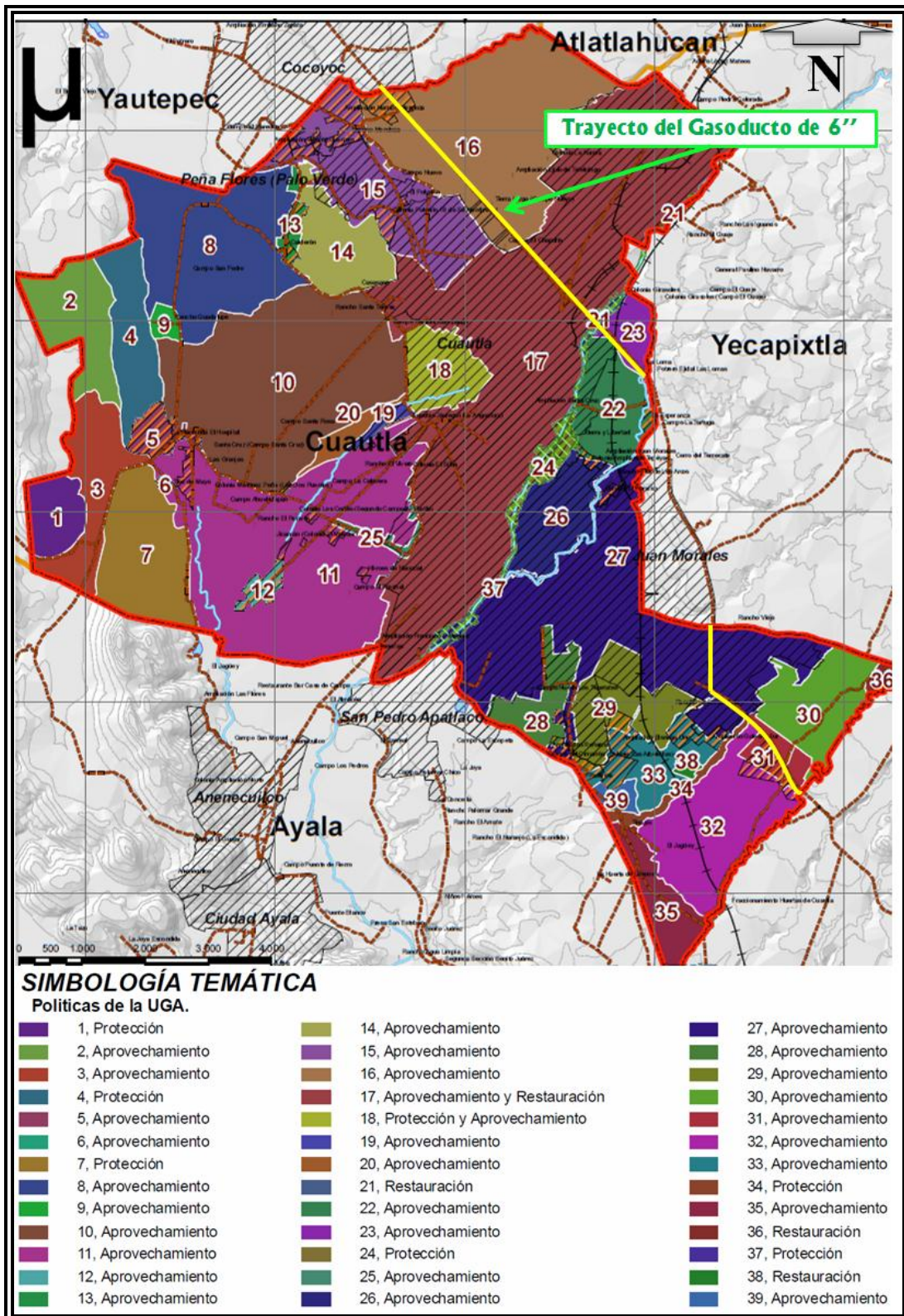


Figura IV.1.2. Mapa del Modelo de Ordenamiento Ecológico Territorial, donde se aprecia el recorrido del gasoducto (línea amarilla) y las UGA's que le aplican al proyecto.





<b>UGA:</b>	16		
<b>Política:</b>	Aprovechamiento		
<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo condicionados.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>	
<b>Sector: Generales</b>			
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>		
2	Las descargas de aguas residuales deberán tratarse mediante sistemas que garanticen el cumplimiento de los parámetros establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-1996,	En las etapas del proyecto no se generarán aguas residuales,	
3	Evitar la alteración ambiental de áreas de recarga de acuíferos,	La instalación del gasoducto principal, no causará afectación a la recarga de los acuíferos presentes en la zona donde se ubicará el proyecto, ya que el material con el que se recubrirá la zanja es 100% permeable.	
4	No deberán ubicarse tiraderos para la disposición de residuos sólidos en las barrancas,	Los residuos sólidos urbanos generados en las etapas del proyecto, serán almacenados temporalmente en contenedores debidamente identificados para tal fin, por lo que no se dispondrán sobre suelo natural.	
5	Se promoverá la reinyección de agua pluvial al subsuelo mediante diversas técnicas,	El proyecto del gasoducto no se contrapone con la iniciativa de reinyectar agua pluvial al subsuelo, por quedar alojado en el derecho de vía de la carretera 160.	
6	Los residuos sólidos domésticos deberán ser depositados en sitios que la autoridad competente dictamine. Bajo la lógica de separación de residuos (orgánica e inorgánica),	Los residuos sólidos urbanos generados se entregarán a empresas debidamente autorizadas para el transporte y disposición de los mismos.	
7	Se fomentará el establecimiento de centros de acopio de basura,	Los residuos e manejo especial que sean generados en las etapas del proyecto serán entregados a empresas dedicadas a la recolección de los mismos para su posterior reciclaje.	
9	Las zonas perturbadas deberán entrar a un esquema de restauración, permitiéndose además la recuperación natural de la vegetación,	Mediante el programa de mitigación y prevención de impactos, la empresa realizará actividades que permitan la recuperación del suelo y la restauración de la vegetación silvestre.	
10	Se deberán conservar los sitios de importancia cultural bajo criterios del INAH.	La instalación del gasoducto principal, por estar dentro del derecho de vía de las carreteras Federales 160 y 115, no causará afectaciones a sitios de importancia cultural.	



<b>UGA:</b>	16		
<b>Política:</b>	Aprovechamiento		
<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo condicionados.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>	
<b>Sector: Agricultura</b>			
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>		
1	Se deberá hacer una adecuada rotación e intercalación de cultivos,	El proyecto no tiene contemplado la realización de actividades relacionadas con la agricultura, ya que este consiste en la instalación de un gasoducto principal, dentro de derechos de vía de carreteras que ya se encuentran impactados por actividades antropogénicas, por lo que los impactos negativos a la cobertura vegetal del área de influencia del proyecto serán mínimos; en los casos donde la apertura de la zanja haya impactado a especies vegetales, se realizarán actividades de restauración y reforestación, mediante el composteo del suelo y otros métodos para la compactación y nivelación del terreno afectado. Así mismo, los residuos sólidos generados serán dispuestos en contenedores apropiadas para el almacenamiento temporal de los mismos, con el fin de evitar que éstos se arrojen a cuerpos de agua.	
2	Se deberá llevar a cabo un estrecho control sobre las aplicaciones de productos agroquímicos (fertilizantes),		
3	Incorporar a los procesos de fertilización del suelo material orgánico (estiércol),		
4	Se deberán instrumentar técnicas de conservación del suelo y del agua,		
5	Se deberán establecer medidas para el control de la erosión,		
6	Se prohíbe el uso de cebos envenenados para controlar plagas de roedores,		
7	Se deberá promover el uso de árboles nativos del Estado como barreras o cercas vivas,		
8	Se prohíbe tirar residuos o depositar envases en canales de riego u otros cuerpos de agua.		

<b>UGA:</b>	16		
<b>Política:</b>	Aprovechamiento		
<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo condicionados.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>	
<b>Sector: Asentamientos Humanos</b>			
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>		
1	La expansión urbana solo será permitida en las áreas determinadas como aptas para asentamientos humanos, aprobadas por el Programa Desarrollo Urbano vigente, el cual deberá considerar para sus actualizaciones y otros niveles de planeación, los usos compatibles que establecen en el presente instrumento,	El proyecto consiste en la instalación de un gasoducto principal para usos propios de Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V., por lo que no se tiene contemplado la construcción de viviendas ni asentamientos humanos durante la ejecución del proyecto, así como la afectación de terrenos agrícolas, ya que el derecho de vía de las carreteras Federales 160 y 115, pasan por los límites de éstos. Por lo anterior, los criterios establecidos para este sector no le aplican al proyecto.	
2	La densidad de población en las localidades, deberá ser definida a partir de los Programa de Desarrollo Urbano en sus diferentes modalidades (Zona Conurbada, Municipales, Centros de Población, Parciales), que evalúe la capacidad del área para proveer agua potable, los impactos ambientales al ecosistema, la tecnología aplicable en el manejo y disposición de residuos sólidos y líquidos así como el equipamiento vial necesario,		
3	Se prohíbe la creación de asentamientos		



humanos sobre predios agrícolas,	
----------------------------------	--

**Continuación... Tabla UGA No. 16**

5	Establecer áreas verdes que serán preferentemente de especies nativas al igual que los espacios abiertos,	
6	En terrenos baldíos se promoverá el diseño de jardines para evitar su deterioro y que den paso como basureros y con proliferación de fauna nociva.	

<b>UGA:</b>	16
<b>Política:</b>	Aprovechamiento

Criterios Ecológicos para usos de suelo condicionados.		Relación con el Proyecto
Sector: Cultural		
Cve.	Criterio	
1	Se permitirá actividades culturales de acuerdo con la normatividad y restricciones que establezca el Instituto Nacional de Antropología e Historia,	Durante la construcción y puesta en marcha del proyecto, no se tiene contemplado el desarrollo de actividades culturales, así como la afectación al patrimonio cultural e histórico de los municipios donde se ubicará el proyecto.
2	Se promoverá toda actividad de apreciación y educación socio-cultural,	
3	Se fomentarán eventos culturales que no afecten el patrimonio cultural e histórico.	

<b>UGA:</b>	16
<b>Política:</b>	Aprovechamiento

Criterios Ecológicos para usos de suelo condicionados.		Relación con el Proyecto
Sector: Infraestructura y Equipamiento		
Cve.	Criterio	
6	Las descargas del drenaje en zonas naturales deberán contar con sistemas de tratamiento,	En las etapas el proyecto, no se generarán aguas residuales que afecten el ecosistema de las áreas naturales. Ya que durante la obra civil del proyecto, se instalarán sanitarios portátiles, de los cuales, la empresa responsable se hará cargo de la limpieza y cuidado de los mismos.
7	Toda descarga de aguas residuales deberá cumplir con la NOM-SEMARNAT-001-1996, NOM- 002-SEMARNAT-96, Ley de Aguas Nacionales y su reglamento,	
8	Queda prohibido la construcción de pozos de absorción para el drenaje proveniente de diversas instalaciones,	Debido a que no se realizará la construcción de infraestructura para drenaje pluvial o sanitario, no se construirán pozos de absorción.
9	No se permite la disposición de aguas residuales no tratadas, descargas de drenaje sanitario y desechos sólidos en cualquier tipo de cuerpo de agua natural,	No se generarán aguas residuales en las etapas el proyecto, así mismo, no se dispondrán residuos sólidos en los cuerpos de agua presentes en el derecho de vía de la carretera Federal 160 y 115, ya que se instalarán contenedores para el almacenamiento temporal de los mismo..
10	Queda prohibido construir infraestructura para	Este tipo de actividades no se realizarán en ninguna



	el abastecimiento de agua a partir de manantiales y cuerpos naturales de agua,	de las etapas del proyecto.
<b>UGA:</b>	16	
<b>Política:</b>	Aprovechamiento	
<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo condicionados.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>
<b>Sector: Infraestructura y Equipamiento</b>		
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>	
12	Se deberá cumplir con la normatividad que establezca la dirección de protección civil municipal,	Con el fin de trabajar sustentablemente en cada una de las etapas del proyecto, Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, se apegará estrictamente a las NOM y a la legislación Municipal, Estatal y Federal, vigente.
13	La infraestructura para relleno sanitario deberá ser controlado.	No realizará la construcción de rellenos sanitarios, en la instalación del gasoducto principal.

<b>UGA:</b>	17	
<b>Política:</b>	Aprovechamiento y Restauración	
<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo condicionados.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>
<b>Sector: Generales</b>		
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>	
1	Se deberán proteger y restaurar las corrientes, manantiales arroyos, ríos, canales, cauces,	El gasoducto principal se instalará dentro del derecho de vía de la carretera Federal 160 y 115, por lo cual, no se afectarán las corrientes fluviales presentes en la zona de influencia del proyecto, ya que en los puntos importantes donde se pretenda salvar el medio físico del cruce, se realizará la perforación direccional del subsuelo.
2	Las descargas de aguas residuales deberán tratarse mediante sistemas que garanticen el cumplimiento de los parámetros establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-1996,	En las etapas del proyecto no se generarán aguas residuales,
3	Evitar la alteración ambiental de áreas de recarga de acuíferos,	La instalación del gasoducto principal, no causará afectación a la recarga de los acuíferos presentes en la zona donde se ubicará el proyecto, ya que el material con el que se recubrirá la zanja es 100% permeable.
4	No deberán ubicarse tiraderos para la disposición de residuos sólidos en las barrancas,	Los residuos sólidos urbanos generados en las etapas del proyecto, serán almacenados temporalmente en contenedores debidamente identificados para tal fin, por lo que no se dispondrán sobre suelo natural.
5	Se promoverá la reinyección de agua pluvial al subsuelo mediante diversas técnicas,	El proyecto del gasoducto no se contrapone con la iniciativa de reinyectar agua pluvial al subsuelo, por quedar alojado en el derecho de vía de la carretera 160.
6	Los residuos sólidos domésticos deberán ser depositados en sitios que la autoridad competente dictamine. Bajo la lógica de separación de residuos (orgánica e inorgánica),	Los residuos sólidos urbanos generados se entregarán a empresas debidamente autorizadas para el transporte y disposición de los mismos.



<b>UGA:</b>	17	
<b>Política:</b>	Aprovechamiento y Restauración	
<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo condicionados.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>
<b>Sector: Generales</b>		
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>	
7	Se fomentará el establecimiento de centros de acopio de basura,	Los residuos e manejo especial que sean generados en las etapas del proyecto serán entregados a empresas dedicadas a la recolección de los mismos para su posterior reciclaje.
10	Se deberán conservar los sitios de importancia cultural bajo criterios del INAH.	La instalación del gasoducto principal, por estar dentro del derecho de vía de las carreteras Federales 160 y 115, no causará afectaciones a sitios de importancia cultural.

<b>UGA:</b>	17	
<b>Política:</b>	Aprovechamiento y Restauración	
<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo condicionados.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>
<b>Sector: Asentamientos Humanos</b>		
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>	
1	La expansión urbana solo será permitida en las áreas determinadas como aptas para asentamientos humanos, aprobadas por el Programa Desarrollo Urbano vigente, el cual deberá considerar para sus actualizaciones y otros niveles de planeación, los usos compatibles que establecen en el presente instrumento,	El proyecto consiste en la instalación de un gasoducto principal para usos propios de la Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V., por lo que no se tiene contemplado la construcción de viviendas ni asentamientos humanos durante la ejecución del proyecto, así como la afectación de terrenos agrícolas, ya que el derecho de vía de las carreteras Federales 160 y 115, pasan por los límites de éstos. Por lo anterior, los criterios establecidos para este sector no le aplican al proyecto.
2	La densidad de población en las localidades, deberá ser definida a partir de los Programa de Desarrollo Urbano en sus diferentes modalidades (Zona Conurbada, Municipales, Centros de Población, Parciales), que evalúe la capacidad del área para proveer agua potable, los impactos ambientales al ecosistema, la tecnología aplicable en el manejo y disposición de residuos sólidos y líquidos así como el equipamiento vial necesario,	
3	Se prohíbe la creación de asentamientos humanos sobre predios agrícolas,	
5	Establecer áreas verdes que serán preferentemente de especies nativas al igual que los espacios abiertos,	
6	En terrenos baldíos se promoverá el diseño de jardines para evitar su deterioro y que den paso como basureros y con proliferación de fauna nociva.	





<b>UGA:</b>	17	
<b>Política:</b>	Aprovechamiento y Restauración	
<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo condicionados.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>
<b>Sector: Asentamientos Humanos</b>		
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>	
7	Se establecerán medidas necesarias para que la emisión de ruidos generados por vehículos automotores cumpla lo establecido en la NOM-080 y 081-SEMARNAT-1994 (fuentes móviles).	Las emisiones de ruido generadas durante el desarrollo de la obra civil del proyecto, estarán reguladas estrictamente por las normas indicadas en este criterio, con el fin de cumplir satisfactoriamente con los Límites Máximos Permisible (LMP).

<b>UGA:</b>	17	
<b>Política:</b>	Aprovechamiento y Restauración	
<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo condicionados.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>
<b>Sector: Cultural</b>		
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>	
1	Se permitirá actividades culturales de acuerdo con la normatividad y restricciones que establezca el Instituto Nacional de Antropología e Historia,	Durante la construcción y puesta en marcha del proyecto, no se tiene contemplado el desarrollo de actividades culturales, así como la afectación al patrimonio cultural e histórico de los municipios donde se ubicará el proyecto.
2	Se promoverá toda actividad de apreciación y educación socio-cultural,	
3	Se fomentarán eventos culturales que no afecten el patrimonio cultural e histórico.	

<b>UGA:</b>	17	
<b>Política:</b>	Aprovechamiento y Restauración	
<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo condicionados.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>
<b>Sector: Turismo</b>		
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>	
2	Desarrollar actividades recreativas y/o ecoturísticas en contacto directo con la naturaleza y el patrimonio cultural apegados a los preceptos de la conservación ambiental	Durante las etapas del proyecto, no se realizarán actividades de turismo o ecoturismo, ya que el proyecto consiste en la instalación de un gasoducto principal para usos propios de la Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos.
3	Se podrán realizar actividades turísticas con crecimiento controlado	No tiene influencia con el proyecto.
4	Se realizarán actividades de apreciación, educación ambiental y conocimiento de la naturaleza a través de la interacción con la misma sin deteriorarla	No tiene influencia con el proyecto



<b>UGA:</b>	17	
<b>Política:</b>	Aprovechamiento y Restauración	
<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo condicionados.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>
<b>Sector: Infraestructura y Equipamiento</b>		
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>	
1	Se prohíbe la instalación de cualquier tipo de infraestructura, fuera de los asentamientos humanos, con excepción de aquella necesaria para desarrollar actividades de protección, educación ambiental, investigación y rescate arqueológico,	La infraestructura a instalar para el transporte de gas Natural, se realizará dentro del derecho de vía de la carretera Federal No. 160 y 115, el cual presente suelo ya impactado por las actividades antropogénicas de la región.
2	Se permitirá el establecimiento de centros de acopio para el reciclaje de basura,	Los residuos generados en las diferentes etapas del proyecto serán entregados a empresas debidamente autorizadas para el transporte y disposición final de los mismos.
4	Los habitantes deberán seguir un programa de reducción y separación de los desechos sólidos,	Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, cuenta con el procedimiento para el manejo de los residuos sólidos urbanos conforme a lo establecido en la normatividad ambiental vigente.
5	Se prohíbe la ubicación de tiraderos a cielo abierto,	Los residuos generados en las etapas del proyecto serán almacenados temporalmente en contenedores debidamente identificados, para posteriormente ser entregados a las empresas autorizadas por el municipio para el transporte y disposición de los residuos conforme a lo establecido en la Ley.
6	Las descargas del drenaje en zonas naturales deberán contar con sistemas de tratamiento,	En las etapas el proyecto, no se generarán aguas residuales que afecten el ecosistema de las áreas naturales. Ya que durante la obra civil del proyecto, se instalarán sanitarios portátiles, de los cuales, la empresa responsable se hará cargo de la limpieza y cuidado de los mismos.
7	Toda descarga de aguas residuales deberá cumplir con la NOM-SEMARNAT-001-1996, NOM-002-SEMARNAT-96, Ley de Aguas Nacionales y su reglamento,	
8	Queda prohibido la construcción de pozos de absorción para el drenaje proveniente de diversas instalaciones,	Debido a que no se realizará la construcción de infraestructura para drenaje pluvial o sanitario, no se construirán pozos de absorción.
10	Queda prohibido construir infraestructura para el abastecimiento de agua a partir de manantiales y cuerpos naturales de agua,	Este tipo de actividades no se realizarán en ninguna de las etapas del proyecto.



<b>UGA:</b>	21	
<b>Política:</b>	Restauración	
<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo condicionados.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>
<b>Sector: Flora y Fauna</b>		
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>	
1	Reforestar las zonas dañadas con especies nativas y no permitir la introducción de especies exóticas de flora y fauna,	Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, dentro del programa de prevención y mitigación de impactos, tiene contemplado la reforestación de flora silvestre en caso de haber ocasionado impactos negativos en la instalación del gasoducto principal.
2	Se prohíbe la extracción, captura o comercialización de las especies de flora y fauna, especialmente aquellas incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010,	Durante las etapas del proyecto no se realizará la captura de especies nativas de la región con fines de comercialización
3	Ningún tipo de actividad debe alterar el desarrollo de las comunidades de flora y fauna y su interacción con los ecosistemas naturales,	El gasoducto principal será instalado dentro de derechos de vía de carreteras Federales, en donde el suelo presente se encuentra impactado por las actividades de mantenimiento y conservación de las carreteras, por lo que los impactos a la flora debido al desarrollo de las etapas del proyecto, serán mínimos, y en caso de causar impactos, solo se realizarán a comunidades vegetativas silvestres. Así mismo, no se realizará el cambio de uso de suelo en áreas forestales ni tampoco se afectarán los hábitats naturales de la fauna silvestre y vegetación.
5	Se deberá evitar el cambio de uso de suelo, donde se desarrolla la vida silvestre y forestal,	
6	Deberán respetarse todas aquellas áreas con relictos de vegetación natural y aquellos que conforman hábitat para la vida silvestre,	
7	Se deberán realizar prácticas de mantenimiento de cobertura máxima del suelo,	Dentro de las actividades de prevención y mitigación de impactos, se tienen contempladas acciones para la restauración del suelo dentro del derecho de vía del gasoducto principal, en caso de haber causado afectación al mismo.
8	Se prohíbe la ubicación de rellenos sanitarios y tiraderos de residuos sólidos en zonas de protección ecológica,	No se realizará la construcción de rellenos sanitarios en zonas de protección ecológica.
9	No autorizar actividades incompatibles con la protección de los recursos naturales.	El área donde se instalará el gasoducto principal, que es el derecho de vía de las carreteras Federales No. 160 y 115, presenta impactos a la comunidad florística y erosión al suelo, lo que hace que la instauración del proyecto cause menos impactos al sistema natural de la región.



<b>UGA:</b>	21		
<b>Política:</b>	Restauración		
<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo condicionados.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>	
<b>Sector: Forestal</b>			
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>		
3	Se deberán reforestar áreas dañadas. Para reforestar sólo se deberá emplear especies nativas	Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, dentro del programa de prevención y mitigación de impactos, tiene contemplado la reforestación de flora silvestre en caso de haber ocasionado impactos negativos en la instalación del gasoducto principal.	
4	Se deberá prevenir incendios forestales	Durante la obra civil del proyecto se pretende trabajar sustentablemente, evitando generar incendios que puedan dañar el ecosistema presente en la zona en estudio.	
7	Se deberá implementar un programa de manejo integral para garantizar la regeneración efectiva de la vegetación	Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V., tiene estructurado un programa para la prevención y mitigación de impactos, con el objeto de establecer medidas para garantizar la restauración del sistema ambiental en caso de haber causado afectaciones a éste, así mismo, tiene contemplado la verificación de un inspector ambiental para darle seguimiento a las medidas de restauración hasta su conclusión.	
8	Implementar medidas de remediación de suelos		

<b>UGA:</b>	21		
<b>Política:</b>	Restauración		
<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo condicionados.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>	
<b>Sector: Generales</b>			
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>		
5	Se promoverá la reinyección de agua pluvial al subsuelo mediante diversas técnicas,	El proyecto del gasoducto no se contrapone con la iniciativa de reinyectar agua pluvial al subsuelo, por quedar alojado en el derecho de vía de la carretera 160.	
6	Los residuos sólidos domésticos deberán ser depositados en sitios que la autoridad competente dictamine. Bajo la lógica de separación de residuos (orgánica e inorgánica),	Los residuos sólidos urbanos generados se entregarán a empresas debidamente autorizadas para el transporte y disposición de los mismos.	
10	Se deberán conservar los sitios de importancia cultural bajo criterios del INAH.	La instalación del gasoducto principal, por estar dentro del derecho de vía de las carreteras Federales 160 y 115, no causará afectaciones a sitios de importancia cultural.	



<b>UGA:</b>	22	
<b>Política:</b>	Aprovechamiento	
<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo condicionados.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>
<b>Sector: Generales</b>		
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>	
1	Se deberán proteger y restaurar las corrientes, manantiales arroyos, ríos, canales, cauces,	El gasoducto principal se instalará dentro del derecho de vía de la carretera Federal No. 160, por lo cual, no se afectarán las corrientes fluviales presentes en la zona de influencia del proyecto, ya que en los putos importantes donde se pretenda salvar el medio físico del cruce, se realizará la perforación direccional del subsuelo.
5	Se promoverá la reinyección de agua pluvial al subsuelo mediante diversas técnicas,	El proyecto del gasoducto no se contrapone con la iniciativa de reinyectar agua pluvial al subsuelo, por quedar alojado en el derecho de vía de la carretera Federal No. 160.
6	Los residuos sólidos domésticos deberán ser depositados en sitios que la autoridad competente dictamine. Bajo la lógica de separación de residuos (orgánica e inorgánica),	Los residuos sólidos urbanos generados se entregarán a empresas debidamente autorizadas para el transporte y disposición de los mismos.
9	Las zonas perturbadas deberán entrar a un esquema de restauración, permitiéndose además la recuperación natural de la vegetación,	Mediante el programa de mitigación y prevención de impactos, la empresa realizará actividades que permitan la recuperación del suelo y la restauración de la vegetación silvestre.

<b>UGA:</b>	22	
<b>Política:</b>	Aprovechamiento	
<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo condicionados.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>
<b>Sector: Agricultura</b>		
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>	
1	Se deberá hacer una adecuada rotación e intercalación de cultivos,	El proyecto no tiene contemplado la realización de actividades relacionadas con la agricultura, ya que este consiste en la instalación de un gasoducto principal, dentro de derechos de vía de carreteras que ya se encuentran impactados por actividades antropogénicas, por lo que los impactos negativos a la cobertura vegetal del área de influencia del proyecto serán mínimos; en los casos donde la apertura de la zanja haya impactado a especies vegetales, se realizarán actividades de restauración y reforestación, mediante el composteo del suelo y otros métodos para la compactación y nivelación del terreno afectado. Así mismo, los residuos sólidos generados serán dispuestos en contenedores apropiados para el almacenamiento temporal de los
2	Se deberá llevar a cabo un estrecho control sobre las aplicaciones de productos agroquímicos (fertilizantes),	
3	Incorporar a los procesos de fertilización del suelo material orgánico (estiércol),	
4	Se deberán instrumentar técnicas de conservación del suelo y del agua,	
5	Se deberán establecer medidas para el control de la erosión,	
6	Se prohíbe el uso de cebos envenenados para controlar plagas de roedores,	
7	Se deberá promover el uso de árboles nativos del Estado como barreras o cercas vivas,	





8	Se prohíbe tirar residuos o depositar envases en canales de riego u otros cuerpos de agua.	mismos, con el fin de evitar que éstos se arrojen a cuerpos de agua.
---	--	--

<b>UGA:</b>	22		
<b>Política:</b>	Aprovechamiento		
<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo condicionados.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>	
<b>Sector: Asentamientos Humanos</b>			
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>		
1	La expansión urbana solo será permitida en las áreas determinadas como aptas para asentamientos humanos, aprobadas por el Programa Desarrollo Urbano vigente, el cual deberá considerar para sus actualizaciones y otros niveles de planeación, los usos compatibles que establecen en el presente instrumento,	El proyecto consiste en la instalación de un gasoducto principal para usos propios de Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V., por lo que no se tiene contemplado la construcción de viviendas ni asentamientos humanos durante la ejecución del proyecto, así como la afectación de terrenos agrícolas, ya que el derecho de vía de las carreteras Federal No. 160 pasan por los límites de éstos. Por lo anterior, los criterios establecidos para este sector no le aplican al proyecto.	
2	La densidad de población en las localidades, deberá ser definida a partir de los Programa de Desarrollo Urbano en sus diferentes modalidades (Zona Conurbada, Municipales, Centros de Población, Parciales), que evalúe la capacidad del área para proveer agua potable, los impactos ambientales al ecosistema, la tecnología aplicable en el manejo y disposición de residuos sólidos y líquidos así como el equipamiento vial necesario,		
3	Se prohíbe la creación de asentamientos humanos sobre predios agrícolas,		
5	Establecer áreas verdes que serán preferentemente de especies nativas al igual que los espacios abiertos,		
6	En terrenos baldíos se promoverá el diseño de jardines para evitar su deterioro y que den paso como basureros y con proliferación de fauna nociva.		

<b>UGA:</b>	22		
<b>Política:</b>	Aprovechamiento		
<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo condicionados.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>	
<b>Sector: Cultural</b>			
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>		
1	Se permitirá actividades culturales de acuerdo con la normatividad y restricciones que establezca el Instituto Nacional de Antropología e Historia,	Durante la construcción y puesta en marcha del proyecto, no se tiene contemplado el desarrollo de actividades culturales, así como la afectación al patrimonio cultural e histórico de los municipios donde se ubicará el proyecto.	
2	Se promoverá toda actividad de apreciación y educación socio-cultural,		



3	Se fomentarán eventos culturales que no afecten el patrimonio cultural e histórico.	
---	---	--

<b>UGA:</b>	22		
<b>Política:</b>	Aprovechamiento		
<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo condicionados.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>	
<b>Sector: Turismo</b>			
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>	<p>Durante las etapas del proyecto, no se realizarán actividades de turismo o ecoturismo, ya que el proyecto consiste en la instalación de un gasoducto principal Ø, para usos propios de la Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos.</p>	
1	Evitar al máximo los impactos negativos sobre la flora y fauna		
2	Desarrollar actividades recreativas y/o ecoturísticas en contacto directo con la naturaleza y el patrimonio cultural apegados a los preceptos de la conservación ambiental		
3	Se podrán realizar actividades turísticas con crecimiento controlado		
4	Se realizarán actividades de apreciación, educación ambiental y conocimiento de la naturaleza a través de la interacción con la misma sin deteriorarla		

<b>UGA:</b>	23		
<b>Política:</b>	Aprovechamiento		
<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo condicionados.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>	
<b>Sector: Generales</b>			
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>	<p>El proyecto del gasoducto no se contrapone con la iniciativa de reinyectar agua pluvial al subsuelo, por quedar alojado en el derecho de vía de la carretera No. 160.</p> <p>La instalación del gasoducto principal, por estar dentro del derecho de vía de las carretera Federal 160, no causará afectaciones a sitios de importancia cultural.</p>	
5	Se promoverá la reinyección de agua pluvial al subsuelo mediante diversas técnicas		
10	Se deberán conservar los sitios de importancia cultural bajo criterios del INAH.		



<b>UGA:</b>	23	
<b>Política:</b>	Aprovechamiento	
<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo condicionados.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>
<b>Sector: Agricultura</b>		
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>	
1	Se deberá hacer una adecuada rotación e intercalación de cultivos,	El proyecto no tiene contemplado la realización de actividades relacionadas con la agricultura, ya que este consiste en la instalación de un gasoducto principal, dentro de derechos de vía de carreteras que ya se encuentran impactados por actividades antropogénicas, por lo que los impactos negativos a la cobertura vegetal del área de influencia del proyecto serán mínimos; en los casos donde la apertura de la zanja haya impactado a especies vegetales, se realizarán actividades de restauración y reforestación, mediante el composteo del suelo y otros métodos para la compactación y nivelación del terreno afectado. Así mismo, los residuos sólidos generados serán dispuestos en contenedores apropiadas para el almacenamiento temporal de los mismos, con el fin de evitar que éstos se arrojen a cuerpos de agua.
2	Se deberá llevar a cabo un estrecho control sobre las aplicaciones de productos agroquímicos (fertilizantes),	
3	Incorporar a los procesos de fertilización del suelo material orgánico (estiércol),	
4	Se deberán instrumentar técnicas de conservación del suelo y del agua,	
5	Se deberán establecer medidas para el control de la erosión,	
6	Se prohíbe el uso de cebos envenenados para controlar plagas de roedores,	
7	Se deberá promover el uso de árboles nativos del Estado como barreras o cercas vivas,	
8	Se prohíbe tirar residuos o depositar envases en canales de riego u otros cuerpos de agua.	



<b>UGA:</b>	23	
<b>Política:</b>	Aprovechamiento	
<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo condicionados.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>
<b>Sector: Asentamientos Humanos</b>		
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>	
1	La expansión urbana solo será permitida en las áreas determinadas como aptas para asentamientos humanos, aprobadas por el Programa Desarrollo Urbano vigente, el cual deberá considerar para sus actualizaciones y otros niveles de planeación, los usos compatibles que establecen en el presente instrumento,	
2	La densidad de población en las localidades, deberá ser definida a partir de los Programa de Desarrollo Urbano en sus diferentes modalidades (Zona Conurbada, Municipales, Centros de Población, Parciales), que evalúe la capacidad del área para proveer agua potable, los impactos ambientales al ecosistema, la tecnología aplicable en el manejo y disposición de residuos sólidos y líquidos así como el equipamiento vial necesario,	
3	Se prohíbe la creación de asentamientos humanos sobre predios agrícolas,	
5	Establecer áreas verdes que serán preferentemente de especies nativas al igual que los espacios abiertos,	
6	En terrenos baldíos se promoverá el diseño de jardines para evitar su deterioro y que den paso como basureros y con proliferación de fauna nociva.	
7	Se establecerán medidas necesarias para que la emisión de ruidos generados por vehículos automotores cumpla lo establecido en la NOM-080 y 081-ECOL-1994 (fuentes móviles)	

El proyecto consiste en la instalación de un gasoducto principal para usos propios de la Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V., por lo que no se tiene contemplado la construcción de viviendas ni asentamientos humanos durante la ejecución del proyecto, así como la afectación de terrenos agrícolas, ya que el derecho de vía de las carreteras Federales 160 y 115, pasan por los límites de éstos. Por lo anterior, los criterios establecidos para este sector no le aplican al proyecto.



<b>UGA:</b>	23	
<b>Política:</b>	Aprovechamiento	
<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo condicionados.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>
<b>Sector: Infraestructura y Equipamiento</b>		
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>	
6	Las descargas del drenaje en zonas naturales deberán contar con sistemas de tratamiento,	En las etapas el proyecto, no se generarán aguas residuales que afecten el ecosistema de las áreas naturales. Ya que durante la obra civil del proyecto, se instalarán sanitarios portátiles, de los cuales, la empresa responsable se hará cargo de la limpieza y cuidado de los mismos.
7	Toda descarga de aguas residuales deberá cumplir con la NOM-SEMARNAT-001-1996, NOM- 002-SEMARNAT-96, Ley de Aguas Nacionales y su reglamento,	
8	Queda prohibido la construcción de pozos de absorción para el drenaje proveniente de diversas instalaciones,	Debido a que no se realizará la construcción de infraestructura para drenaje pluvial o sanitario, no se construirán pozos de absorción.
9	No se permite la disposición de aguas residuales no tratadas, descargas de drenaje sanitario y desechos sólidos en cualquier tipo de cuerpo de agua natural,	No se generarán aguas residuales en las etapas el proyecto, así mismo, no se dispondrán residuos sólidos en los cuerpos de agua presentes en el derecho de vía de la carretera Federal No. 160, ya que se instalarán contenedores para el almacenamiento temporal de los mismo..
10	Queda prohibido construir infraestructura para el abastecimiento de agua a partir de manantiales y cuerpos naturales de agua,	Este tipo de actividades no se realizarán en ninguna de las etapas del proyecto.
12	Se deberá cumplir con la normatividad que establezca la dirección de protección civil municipal,	Con el fin de trabajar sustentablemente en cada una de las etapas del proyecto, Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, se apegará estrictamente a las NOM y a la legislación Municipal, Estatal y Federal, vigente.
13	La infraestructura para relleno sanitario deberá ser controlado.	No realizará la construcción de rellenos sanitarios, en la instalación del gasoducto principal.

<b>UGA:</b>	27
-------------	----





<b>Política:</b>	Aprovechamiento	
<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo condicionados.</b>		
<b>Sector: Generales</b>		
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>	<b>Relación con el Proyecto</b>
1	Se deberán proteger y restaurar las corrientes, manantiales arroyos, ríos, canales, cauces,	
El gasoducto principal, se instalará dentro del derecho de vía de la carretera Federal No.160, por lo cual, no se afectarán las corrientes fluviales presentes en la zona de influencia del proyecto, ya que en los putos importantes donde se pretenda salvar el medio físico del cruce, se realizará la perforación direccional del subsuelo.		

<b>UGA:</b>	27	
<b>Política:</b>	Aprovechamiento	
<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo condicionados.</b>		
<b>Sector: Generales</b>		
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>	<b>Relación con el Proyecto</b>
5	Se promoverá la reinyección de agua pluvial al subsuelo mediante diversas técnicas,	
6	Los residuos sólidos domésticos deberán ser depositados en sitios que la autoridad competente dictamine. Bajo la lógica de separación de residuos (orgánica e inorgánica),	
10	Se deberán conservar los sitios de importancia cultural bajo criterios del INAH.	
El proyecto del gasoducto no se contrapone con la iniciativa de reinyectar agua pluvial al subsuelo, por quedar alojado en el derecho de vía de la carretera No. 160.		
Los residuos sólidos urbanos generados se entregarán a empresas debidamente autorizadas para el transporte y disposición de los mismos.		
La instalación del gasoducto principal , por estar dentro del derecho de vía de la carretera Federal 160, no causará afectaciones a sitios de importancia cultural.		

<b>UGA:</b>	27	
<b>Política:</b>	Aprovechamiento	
<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo condicionados.</b>		
<b>Sector: Infraestructura y Equipamiento</b>		
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>	<b>Relación con el Proyecto</b>
10	Queda prohibido construir infraestructura para el abastecimiento de agua a partir de manantiales y cuerpos naturales de agua,	
11	La infraestructura ya existente deberá sujetarse a las determinaciones de los diversos programas de administración municipal	
12	Se deberá cumplir con la normatividad que establezca la dirección de protección civil	
Este tipo de actividades no se realizarán en ninguna de las etapas del proyecto.		
El proyecto consiste en la instalación de un gasoducto principal, dentro del derecho de vía de la carretera Federal No. 160, donde no existe infraestructura actualmente relacionada con el proyecto.		
Con el fin de trabajar sustentablemente en		



	municipal,	cada una de las etapas del proyecto, la Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, se apegará estrictamente a las NOM y a la legislación Municipal, Estatal y Federal, vigente.
--	------------	---

<b>UGA:</b>	27				
<b>Política:</b>	Aprovechamiento				
<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo condicionados.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>			
<b>Sector: Asentamientos Humanos</b>					
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>				
1	La expansión urbana solo será permitida en las áreas determinadas como aptas para asentamientos humanos, aprobadas por el Programa Desarrollo Urbano vigente, el cual deberá considerar para sus actualizaciones y otros niveles de planeación, los usos compatibles que establecen en el presente instrumento,	El proyecto consiste en la instalación de un gasoducto principal para usos propios de la Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V., por lo que no se tiene contemplado la construcción de viviendas ni asentamientos humanos durante la ejecución del proyecto, así como la afectación de terrenos agrícolas, ya que el derecho de vía de las carretera Federal 16º, pasan por los límites de éstos. Por lo anterior, los criterios establecidos para este sector no le aplican al proyecto.			
2	La densidad de población en las localidades, deberá ser definida a partir de los Programa de Desarrollo Urbano en sus diferentes modalidades (Zona Conurbada, Municipales, Centros de Población, Parciales), que evalué la capacidad del área para proveer agua potable, los impactos ambientales al ecosistema, la tecnología aplicable en el manejo y disposición de residuos sólidos y líquidos así como el equipamiento vial necesario,				
3	Se prohíbe la creación de asentamientos humanos sobre predios agrícolas,				
5	Establecer áreas verdes que serán preferentemente de especies nativas al igual que los espacios abiertos,				
6	En terrenos baldíos se promoverá el diseño de jardines para evitar su deterioro y que den paso como basureros y con proliferación de fauna nociva.				
7	Se establecerán medidas necesarias para que			Las emisiones de ruido generadas durante	



	la emisión de ruidos generados por vehículos automotores cumpla lo establecido en la NOM-080 y 081-SEMARNAT-1994 (fuentes móviles).	el desarrollo de la obra civil del proyecto, estarán reguladas estrictamente por las normas indicadas en este criterio, con el fin de cumplir satisfactoriamente con los Límites Máximos Permisible (LMP).
--	---	--

<b>UGA:</b>	27		
<b>Política:</b>	Aprovechamiento		
<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo condicionados.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>	
<b>Sector: Cultural</b>			
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>	Durante la construcción y puesta en marcha del proyecto, no se tiene contemplado el desarrollo de actividades culturales, así como la afectación al patrimonio cultural e histórico de los municipios donde se ubicará el proyecto.	
1	Se permitirá actividades culturales de acuerdo con la normatividad y restricciones que establezca el Instituto Nacional de Antropología e Historia,		
2	Se promoverá toda actividad de apreciación y educación socio-cultural,		
3	Se fomentarán eventos culturales que no afecten el patrimonio cultural e histórico.		

<b>UGA:</b>	27		
<b>Política:</b>	Aprovechamiento		
<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo condicionados.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>	
<b>Sector: Turismo</b>			
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>	Durante las etapas del proyecto, no se realizarán actividades de turismo o ecoturismo, ya que el proyecto consiste en la instalación de un gasoducto principal para usos propios de la Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos. Además durante el desarrollo de cada una de las etapas de trabajo, no se afectará al corredor biológico Chichinautzin, presente en el estado de Morelos.	
2	Desarrollar actividades recreativas y/o ecoturísticas en contacto directo con la naturaleza y el patrimonio cultural apegados a los preceptos de la conservación ambiental,		
3	Se podrán realizar actividades turísticas con crecimiento controlado,		
4	Se realizarán actividades de apreciación, educación ambiental y conocimiento de la naturaleza a través de la interacción con la misma sin deteriorarla,		
5	Se deberán respetar los espacios reconocidos		



	como corredores biológicos.	
--	-----------------------------	--

<b>UGA:</b>	27	
<b>Política:</b>	Aprovechamiento	
<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo condicionados.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>
<b>Sector: Infraestructura y Equipamiento</b>		
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>	
2	Se permitirá el establecimiento de centros de acopio para el reciclaje de basura,	Los residuos generados en las diferentes etapas del proyecto serán entregados a empresas debidamente autorizadas para el transporte y disposición final de los mismos.
3	Se promoverá la generación de composta a partir de los desechos vegetales	Esta medida se tomará en cuenta, en caso de aplicar actividades d reforestación en el derecho de vía del gasoducto principal.
4	Los habitantes deberán seguir un programa de reducción y separación de los desechos sólidos,	La Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, cuenta con el procedimiento para el manejo de los residuos sólidos urbanos conforme a lo establecido en la normatividad ambiental vigente.
5	Se prohíbe la ubicación de tiraderos a cielo abierto,	Los residuos generados en las etapas del proyecto serán almacenados temporalmente en contenedores debidamente identificados, para posteriormente ser entregados a las empresas autorizadas por el municipio para el transporte y disposición de los residuos conforme a lo establecido en la Ley.
6	Las descargas del drenaje en zonas naturales deberán contar con sistemas de tratamiento,	En las etapas del proyecto, no se generarán



7	Toda descarga de aguas residuales deberá cumplir con la NOM-SEMARNAT-001-1996, NOM-002-SEMARNAT-96, Ley de Aguas Nacionales y su reglamento,	aguas residuales que afecten el ecosistema de áreas naturales, ya que durante la obra civil del proyecto, se instalarán sanitarios portátiles, de los cuales, la empresa responsable se hará cargo de la limpieza y cuidado de los mismos.
8	Queda prohibido la construcción de pozos de absorción para el drenaje proveniente de diversas instalaciones,	Debido a que no se realizará la construcción de infraestructura para drenaje pluvial o sanitario, no se construirán pozos de absorción.
9	No se permite la disposición de aguas residuales no tratadas, descargas de drenaje sanitario y desechos sólidos en cualquier tipo de cuerpo de agua natural,	No se generarán aguas residuales en las etapas el proyecto, así mismo, no se dispondrán residuos sólidos en los cuerpos de agua presentes en el derecho de vía de la carretera Federal 160, ya que se instalarán contenedores para el almacenamiento temporal de los mismo..

<b>UGA:</b>	30	
<b>Política:</b>	Aprovechamiento	
<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo condicionados.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>
<b>Sector: Generales</b>		
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>	
5	Se promoverá la reinyección de agua pluvial al subsuelo mediante diversas técnicas.	El proyecto del gasoducto no se contrapone con la iniciativa de reinyectar agua pluvial al subsuelo, por quedar alojado en el derecho de vía de la carretera Federal No.160.
6	Los residuos sólidos domésticos deberán ser depositados en sitios que la autoridad competente dictamine. Bajo la lógica de separación de residuos (orgánica e inorgánica),	Los residuos sólidos urbanos generados se entregarán a empresas debidamente autorizadas para el transporte y disposición de los mismos.
10	Se deberán conservar los sitios de importancia cultural bajo criterios del INAH.	La instalación del gasoducto principal, por estar dentro del derecho de vía de las carretera Federal No.160, no causará afectaciones a sitios de importancia cultural.

<b>UGA:</b>	30
<b>Política:</b>	Aprovechamiento





Criterios Ecológicos para usos de suelo condicionados.		Relación con el Proyecto
Sector: Agricultura		
Cve.	Criterio	
1	Se deberá hacer una adecuada rotación e intercalación de cultivos,	El proyecto no tiene contemplado la realización de actividades relacionadas con la agricultura, ya que este consiste en la instalación de un gasoducto principal, dentro de derechos de vía de carreteras que ya se encuentran impactados por actividades antropogénicas, por lo que los impactos negativos a la cobertura vegetal del área de influencia del proyecto serán mínimos; en los casos donde la apertura de la zanja haya impactado a especies vegetales, se realizarán actividades de restauración y reforestación, mediante el composteo del suelo y otros métodos para la compactación y nivelación del terreno afectado. Así mismo, los residuos sólidos generados serán dispuestos en contenedores apropiadas para el almacenamiento temporal de los mismos, con el fin de evitar que éstos se arrojen a cuerpos de agua.
2	Se deberá llevar a cabo un estrecho control sobre las aplicaciones de productos agroquímicos (fertilizantes),	
3	Incorporar a los procesos de fertilización del suelo material orgánico (estiércol),	
4	Se deberán instrumentar técnicas de conservación del suelo y del agua,	
5	Se deberán establecer medidas para el control de la erosión,	
6	Se prohíbe el uso de cebos envenenados para controlar plagas de roedores,	
7	Se deberá promover el uso de árboles nativos del Estado como barreras o cercas vivas,	
8	Se prohíbe tirar residuos o depositar envases en canales de riego u otros cuerpos de agua.	

UGA:	30
Política:	Aprovechamiento

Criterios Ecológicos para usos de suelo condicionados.		Relación con el Proyecto
Sector: Forestal		
Cve.	Criterio	
3	Se deberán reforestar áreas dañadas. Para reforestar sólo se deberá emplear especies nativas,	La Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, dentro del programa de prevención y mitigación de impactos, tiene contemplado la reforestación de flora silvestre en caso de haber ocasionado impactos negativos en la instalación del gasoducto principal.
4	Se deberá prevenir incendios forestales,	Durante la obra civil del proyecto se pretende trabajar sustentablemente, evitando generar incendios que puedan dañar el ecosistema presente en la zona en estudio.
5	No se permitirá el pastoreo en áreas que se encuentren en etapa de regeneración,	No se realizarán actividades de pastoreo en las etapas del proyecto.
6	Se prohíbe el cambio de uso del suelo en áreas de restauración, así como aquellas zonas que además presentan susceptibilidad a la erosión hídrica,	En el derecho de vía donde se va a instalar el gasoducto principal, el suelo presente se encuentra impactado por el tránsito vehicular y las actividades antropogénicas de la región.
7	Se deberá implementar un programa de	La Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural



	manejo integral para garantizar la regeneración efectiva de la vegetación,	de Morelos, S.A. de C.V., tiene estructurado un programa para la prevención y mitigación de impactos, con el objeto de establecer medidas para garantizar la restauración del sistema ambiental en caso de haber causado afectaciones a éste, así mismo, tiene contemplado la verificación de un inspector ambiental para darle seguimiento a las medidas de restauración hasta su conclusión.
8	Implementar medidas de remediación de suelos.	

<b>UGA:</b>	31	
<b>Política:</b>	Aprovechamiento	
<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo condicionados.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>
<b>Sector: Generales</b>		
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>	
5	Se promoverá la reinyección de agua pluvial al subsuelo mediante diversas técnicas.	El proyecto del gasoducto no se contrapone con la iniciativa de reinyectar agua pluvial al subsuelo, por quedar alojado en el derecho de vía de la carretera Federal No.160.
6	Los residuos sólidos domésticos deberán ser depositados en sitios que la autoridad competente dictamine. Bajo la lógica de separación de residuos (orgánica e inorgánica),	Los residuos sólidos urbanos generados se entregarán a empresas debidamente autorizadas para el transporte y disposición de los mismos.
10	Se deberán conservar los sitios de importancia cultural bajo criterios del INAH.	La instalación del gasoducto principal, por estar dentro del derecho de vía de la carretera Federal No.160, no causará afectaciones a sitios de importancia cultural.

<b>UGA:</b>	31	
<b>Política:</b>	Aprovechamiento	
<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo condicionados.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>
<b>Sector: Asentamientos Humanos</b>		
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>	
1	La expansión urbana solo será permitida en las áreas determinadas como aptas para asentamientos humanos, aprobadas por el Programa Desarrollo Urbano vigente, el cual deberá considerar para sus actualizaciones y otros niveles de planeación, los usos compatibles que establecen en el presente instrumento,	El proyecto consiste en la instalación de un gasoducto principal para usos propios de la Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V., por lo que no se tiene contemplado la construcción de viviendas ni asentamientos humanos durante la ejecución del proyecto, así como la afectación de terrenos agrícolas, ya que el derecho de vía de las carretera Federal No.160, pasan por los límites de éstos. Por lo anterior, los criterios establecidos para este sector no le aplican al proyecto.
2	La densidad de población en las localidades, deberá ser definida a partir de los Programa de Desarrollo Urbano en sus diferentes modalidades (Zona Conurbada, Municipales, Centros de Población, Parciales), que evalúe la capacidad del área para proveer agua potable, los impactos ambientales al ecosistema, la tecnología aplicable en el	



	manejo y disposición de residuos sólidos y líquidos así como el equipamiento vial necesario,	
3	Se prohíbe la creación de asentamientos humanos sobre predios agrícolas,	
5	Establecer áreas verdes que serán preferentemente de especies nativas al igual que los espacios abiertos,	
6	En terrenos baldíos se promoverá el diseño de jardines para evitar su deterioro y que den paso como basureros y con proliferación de fauna nociva.	

<b>UGA:</b>	31	
<b>Política:</b>	Aprovechamiento	
<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo condicionados.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>
<b>Sector: Infraestructura y Equipamiento</b>		
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>	
2	Se permitirá el establecimiento de centros de acopio para el reciclaje de basura,	Los residuos generados en las diferentes etapas del proyecto serán entregados a empresas debidamente autorizadas para el transporte y disposición final de los mismos.
4	Los habitantes deberán seguir un programa de reducción y separación de los desechos sólidos,	La Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, cuenta con el procedimiento para el manejo de los residuos sólidos urbanos conforme a lo establecido en la normatividad ambiental vigente.
5	Se prohíbe la ubicación de tiraderos a cielo abierto,	Los residuos generados en las etapas del proyecto serán almacenados temporalmente en contenedores debidamente identificados, para posteriormente ser entregados a las empresas autorizadas por el municipio para el transporte y disposición de los residuos conforme a lo establecido en la Ley.
7	Toda descarga de aguas residuales deberá	En las etapas del proyecto, no se generarán aguas



	cumplir con la NOM-SEMARNAT-001-1996, NOM-002-SEMARNAT-96, Ley de Aguas Nacionales y su reglamento,	residuales que afecten el ecosistema de áreas naturales. Ya que durante la obra civil del proyecto, se instalarán sanitarios portátiles, de los cuales, la empresa responsable se hará cargo de la limpieza y cuidado de los mismos.
8	Queda prohibido la construcción de pozos de absorción para el drenaje proveniente de diversas instalaciones,	Debido a que no se realizará la construcción de infraestructura para drenaje pluvial o sanitario, no se construirán pozos de absorción.
9	No se permite la disposición de aguas residuales no tratadas, descargas de drenaje sanitario y desechos sólidos en cualquier tipo de cuerpo de agua natural,	No se generarán aguas residuales en las etapas el proyecto, así mismo, no se dispondrán residuos sólidos en los cuerpos de agua presentes en el derecho de vía de la carretera Federal No. 160, ya que se instalarán contenedores para el almacenamiento temporal de los mismo..
10	Queda prohibido construir infraestructura para el abastecimiento de agua a partir de manantiales y cuerpos naturales de agua,	Este tipo de actividades no se realizarán en ninguna de las etapas del proyecto.
11	La infraestructura ya existente deberá sujetarse a las determinaciones de los diversos programas de administración municipal	El proyecto consiste en la instalación de un gasoducto principal, dentro del derecho de vía de la carretera Federal No. 160, donde no existe infraestructura actualmente relacionada con el proyecto.
12	Se deberá cumplir con la normatividad que establezca la dirección de protección civil municipal,	Con el fin de trabajar sustentablemente en cada una de las etapas del proyecto, la Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, se apegará estrictamente a las NOM y a la legislación Municipal, Estatal y Federal, vigente.

<b>UGA:</b>	32
<b>Política:</b>	Aprovechamiento

<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo condicionados.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>
<b>Sector: Generales</b>		
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>	
5	Se promoverá la reinyección de agua pluvial al subsuelo mediante diversas técnicas.	El proyecto del gasoducto no se contrapone con la iniciativa de reinyectar agua pluvial al subsuelo, por quedar alojado en el derecho de vía de la carretera No. 160.
6	Los residuos sólidos domésticos deberán ser depositados en sitios que la autoridad competente dictamine. Bajo la lógica de separación de residuos (orgánica e inorgánica),	Los residuos sólidos urbanos generados se entregarán a empresas debidamente autorizadas para el transporte y disposición de los mismos.
10	Se deberán conservar los sitios de importancia cultural bajo criterios del INAH.	La instalación del gasoducto principal, por estar dentro del derecho de vía de la carretera Federal No. 160, no causará afectaciones a sitios de importancia cultural.



<b>UGA:</b>	32		
<b>Política:</b>	Aprovechamiento		
<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo condicionados.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>	
<b>Sector: Agricultura</b>			
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>		
1	Se deberá hacer una adecuada rotación e intercalación de cultivos,	El proyecto no tiene contemplado la realización de actividades relacionadas con la agricultura, ya que este consiste en la instalación de un gasoducto principal, dentro de derechos de vía de carreteras que ya se encuentran impactados por actividades antropogénicas, por lo que los impactos negativos a la cobertura vegetal del área de influencia del proyecto serán mínimos; en los casos donde la apertura de la zanja haya impactado a especies vegetales, se realizarán actividades de restauración y reforestación, mediante el composteo del suelo y otros métodos para la compactación y nivelación del terreno afectado. Así mismo, los residuos sólidos generados serán dispuestos en contenedores apropiadas para el almacenamiento temporal de los mismos, con el fin de evitar que éstos se arrojen a cuerpos de agua.	
2	Se deberá llevar a cabo un estrecho control sobre las aplicaciones de productos agroquímicos (fertilizantes),		
3	Incorporar a los procesos de fertilización del suelo material orgánico (estiércol),		
4	Se deberán instrumentar técnicas de conservación del suelo y del agua,		
5	Se deberán establecer medidas para el control de la erosión,		
6	Se prohíbe el uso de cebos envenenados para controlar plagas de roedores,		
7	Se deberá promover el uso de árboles nativos del Estado como barreras o cercas vivas,		
8	Se prohíbe tirar residuos o depositar envases en canales de riego u otros cuerpos de agua.		

<b>UGAE:</b>	32		
<b>Política:</b>	Aprovechamiento		
<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo condicionados.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>	
<b>Sector: Forestal</b>			
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>		
3	Se deberán reforestar áreas dañadas. Para reforestar sólo se deberá emplear especies nativas,	La Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, dentro del programa de prevención y mitigación de impactos, tiene contemplado la reforestación de flora silvestre en caso de haber ocasionado impactos negativos en la instalación del gasoducto principal. Durante la obra civil del proyecto se pretende trabajar sustentablemente, evitando generar incendios que puedan dañar el ecosistema presente en la zona en estudio. No se realizarán actividades de pastoreo en las etapas del proyecto. En el derecho de vía donde se va a instalar el gasoducto principal, el suelo presente se encuentra	
4	Se deberá prevenir incendios forestales,		
5	No se permitirá el pastoreo en áreas que se encuentren en etapa de regeneración,		
6	Se prohíbe el cambio de uso del suelo en áreas de restauración, así como aquellas		





	zonas que además presentan susceptibilidad a la erosión hídrica,	impactado por el tránsito vehicular y las actividades antropogénicas de la región.
7	Se deberá implementar un programa de manejo integral para garantizar la regeneración efectiva de la vegetación,	La Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V., tiene estructurado un programa para la prevención y mitigación de impactos, con el objeto de establecer medidas para garantizar la restauración del sistema ambiental en caso de haber causado afectaciones a éste, así mismo, tiene contemplado la verificación de un inspector ambiental para darle seguimiento a las medidas de restauración hasta su conclusión.
8	Implementar medidas de remediación de suelos.	

<b>UGA:</b>	34	
<b>Política:</b>	Protección	
<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo condicionados.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>
<b>Sector: Generales</b>		
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>	
10	Se deberán conservar los sitios de importancia cultural bajo criterios del INAH.	La instalación del gasoducto principal, por estar dentro del derecho de vía de la carretera Federal No. 160, no causará afectaciones a sitios de importancia cultural.

<b>UGA:</b>	34	
<b>Política:</b>	Restauración	
<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo condicionados.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>
<b>Sector: Flora y Fauna</b>		
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>	
1	Reforestar las zonas dañadas con especies nativas y no permitir la introducción de especies exóticas de flora y fauna,	La Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, dentro del programa de prevención y mitigación de impactos, tiene contemplado la reforestación de flora silvestre en caso de haber ocasionado impactos negativos en la instalación del gasoducto principal.
5	Se deberá evitar el cambio de uso de suelo, donde se desarrolla la vida silvestre y forestal,	El gasoducto principal, será instalado dentro de derechos de vía de carreteras Federales, en donde el suelo presente se encuentra impactado por las actividades de mantenimiento y conservación de las carreteras, por lo que los impactos a la flora debido al desarrollo de las etapas del proyecto, serán mínimos, y en caso de causar impactos, solo se
6	Deberán respetarse todas aquellas áreas con relictos de vegetación natural y aquellos que conforman hábitat para la vida silvestre,	



		realizarán a comunidades vegetativas silvestres. Así mismo, no se realizará el cambio de uso de suelo en áreas forestales ni tampoco se afectarán los hábitats naturales de la fauna silvestre y vegetación.
7	Se deberán realizar prácticas de mantenimiento de cobertura máxima del suelo,	Dentro de las actividades de prevención y mitigación de impactos, se tienen contempladas acciones para la restauración del suelo dentro del derecho de vía del gasoducto principal, en caso de haber causado afectación al mismo.
8	Se prohíbe la ubicación de rellenos sanitarios y tiraderos de residuos sólidos en zonas de protección ecológica,	No se realizará la construcción de rellenos sanitarios en zonas de protección ecológica.
9	No autorizar actividades incompatibles con la protección de los recursos naturales.	El área donde se instalará el gasoducto principal, que es el derecho de vía de la carretera Federal No. 160, presenta impactos a la comunidad florística y erosión al suelo, lo que hace que la instauración del proyecto cause menos impactos al sistema natural de la región.

<b>UGA:</b>	34
<b>Política:</b>	Restauración

<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo condicionados.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>
<b>Sector: Forestal</b>		
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>	
3	Se deberán reforestar áreas dañadas. Para reforestar sólo se deberá emplear especies nativas,	Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, dentro del programa de prevención y mitigación de impactos, tiene contemplado la reforestación de flora silvestre en caso de haber ocasionado impactos negativos en la instalación del gasoducto principal.

<b>UGA:</b>	34
<b>Política:</b>	Restauración

<b>Criterios Ecológicos para usos de suelo condicionados.</b>		<b>Relación con el Proyecto</b>
<b>Sector: Forestal</b>		
<b>Cve.</b>	<b>Criterio</b>	
4	Se deberá prevenir incendios forestales,	Durante la obra civil del proyecto se pretende trabajar sustentablemente, evitando generar incendios que puedan dañar el ecosistema presente en la zona en estudio.
5	No se permitirá el pastoreo en áreas que se encuentren en etapa de regeneración,	No se realizarán actividades de pastoreo en las etapas del proyecto.
6	Se prohíbe el cambio de uso del suelo en áreas de restauración, así como aquellas zonas que además presentan susceptibilidad a la erosión hídrica,	En el derecho de vía donde se va a instalar el gasoducto principal, el suelo presente se encuentra impactado por el tránsito vehicular y las actividades antropogénicas de la región.
7	Se deberá implementar un programa de manejo integral para garantizar la	La Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V., tiene estructurado un



	regeneración efectiva de la vegetación,	programa para la prevención y mitigación de impactos, con el objeto de establecer medidas para garantizar la restauración del sistema ambiental en caso de haber causado afectaciones a éste, así mismo, tiene contemplado la verificación de un inspector ambiental para darle seguimiento a las medidas de restauración hasta su conclusión.
8	Implementar medidas de remediación de suelos.	

❖ **Leyes y Reglamentos, Federales, Estatales y Municipales en materia ambiental y Normas Oficiales Mexicanas (NOM's).**

La legislación ambiental federal, estatal y municipal vigente, que regula el proyecto y los impactos que se pueden presentar derivado de la instalación y operación del gasoducto, son:

**CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS.**

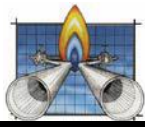
La factibilidad de la instalación y operación del gasoducto propiedad de la Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V., se fundamenta en el Título Primero, Capítulo I, De las Garantías Individuales, Artículo 25, en el que se fundamenta la participación del sector privado para la producción, distribución y consumo de bienes y servicios socialmente necesarios y que por no tratarse de energéticos nucleares o eléctricos no se ve restringida la actividad prevista, sólo acota su interacción en un marco de conservación de los recursos y del medio ambiente.

Así mismo, los señalamientos del artículo 27 constitucional son retomados para enfatizar el cumplimiento de las normas que la federación establece relativas a las obras o trabajos de explotación de los combustibles; así como para el otorgamiento de concesiones para las actividades de distribución sin que por supuesto se vea comprometido el dominio que la Nación posee sobre los recursos naturales.

Un factor decisivo para la factibilidad del proyecto es lo concerniente a las implicaciones territoriales, en este sentido se afianza al Proyecto de acuerdo a los señalamientos de la fracción V del artículo 115 e indirectamente el párrafo tercero del artículo 27 constitucional, en donde se establecen los mecanismos en que los estados y municipios, ejercen sus atribuciones para dictar las modalidades en el uso y aprovechamiento de los elementos naturales, ambientales y el ordenamiento de los asentamientos humanos; cabe destacar que la envergadura del Proyecto obliga a particularizar las determinaciones de los usos y destinos en los ámbitos estatales respectivos de acuerdo a los señalamientos de las fracciones I y II del artículo 121 constitucional.

Por su parte los señalamientos del artículo 73 vinculados a los postulados del artículo 89, Facultades del Poder Ejecutivo, impactan sobre el Proyecto, al correlacionar las facultades del Congreso como entidad responsable de:

- Impedir restricciones al comercio interestatal (fracción IX),
- Generar la legislación sobre hidrocarburos (fracción X),
- Expedir leyes sobre el uso y aprovechamiento de las aguas de jurisdicción federal (fracción XVII),
- Establecer contribuciones sobre el aprovechamiento y explotación de recursos naturales (fracción XXIX inciso 2º),
- Expedir leyes de orden económico vinculadas al abasto para la producción suficiente y oportuna de bienes y servicios, social y nacionalmente necesarios (fracción XXIXE),
- Expedir leyes en materia de protección al ambiente y de preservación y restauración del equilibrio ecológico (fracción XXIX-G), y por último,



- Expedir leyes que establezcan las bases de coordinación en materia de protección civil (fracción XXIX-I),

Por lo que se requiere la adopción de las disposiciones legales en materia de comercio, ambiental, energética y de protección civil a fin de no vulnerar el posicionamiento coyuntural del proyecto (gasoducto).

### **Tratado Internacional. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático y el Protocolo de Kyoto.**

Como parte de los primeros esfuerzos para combatir el cambio climático a nivel internacional, la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) fue adoptada en Nueva York el 9 de mayo de 1992 y entró en vigor el 21 de marzo de 1994. Esta Convención tiene como objetivo reforzar la conciencia pública, a escala mundial, de los problemas relacionados con el cambio climático.

En esta Convención se plantea que el sistema climático es un recurso compartido por lo que su afectación es responsabilidad de todos los países. El objetivo que persigue dicha Convención es lograr la estabilización de las concentraciones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropogénicas peligrosas en el sistema climático. Ese nivel debería lograrse en un plazo suficiente para permitir que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático, para asegurar que la producción de alimentos no se vea amenazada y dejar que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible.

De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas, la CMNUCC establece una estructura general para los esfuerzos intergubernamentales encaminados a resolver el desafío del cambio climático. En virtud de ello, los gobiernos:

- Recopilan y comparten la información sobre las emisiones de gases de efecto invernadero, las políticas nacionales y las prácticas óptimas en la materia;
- Ponen en marcha estrategias nacionales para abordar el problema de las emisiones de gases de efecto invernadero y adaptarse a los efectos previstos, incluida la prestación de apoyo financiero y tecnológico a los países en desarrollo; y
- Cooperan para prepararse y adaptarse a los efectos del cambio climático.

En 1997, los gobiernos acordaron incorporar una adición, conocida con el nombre de Protocolo de Kyoto que cuenta con medidas más enérgicas y jurídicamente vinculantes. Posteriormente, el 2005 marcó un punto importante dentro del desarrollo de una conciencia mundial por el medio ambiente, particularmente en el sector energético. En ese año el Protocolo de Kyoto entró en vigor y el Panel Intergubernamental para el Cambio Climático de las Naciones Unidas (IPCC por sus siglas en inglés) presentó un reporte en el que declaraba que el problema del cambio climático era mucho mayor que lo que se había pensado.

### **Mecanismos del Protocolo de Kyoto.**

De acuerdo con el Protocolo de Kyoto, los países deben cumplir sus objetivos principalmente a través de medidas nacionales. Sin embargo, ofrece un medio adicional para el cumplimiento de sus objetivos a través de los siguientes tres mecanismos:

- Mercado de emisiones, conocido como "Mercado del carbono".- De acuerdo al Artículo 17 del Protocolo de Kyoto, el comercio de emisiones permite a los países que cuentan con emisiones permitidas pero no usadas -una reducción en su número de emisiones mayor al que se comprometieron- vender estas emisiones a otros países.



Las transferencias y adquisiciones de estas unidades son monitoreadas y cuantificadas por medio de los sistemas de registro previstos en el Protocolo de Kyoto. Con este registro de transacciones internacionales se pretende contar con una transferencia segura de las unidades de reducción de emisiones entre los países.

- Mecanismo de desarrollo limpio (MDL).- Se define en el Artículo 12 del Protocolo y permite a un país que tenga un compromiso de reducción o limitación de emisiones bajo el Anexo B del Protocolo de Kyoto implementar un proyecto de reducción de emisiones en los países en desarrollo. Estos proyectos pueden generar Certificados de Reducción de Emisiones (CER's por sus siglas en inglés), comercializables, cada uno equivalente a una tonelada de CO<sub>2</sub>, que pueden contabilizarse en el cumplimiento de los objetivos de Kyoto. El MDL se considera como el primer mecanismo de inversión global, ambiental y plan de crédito de su clase, al proporcionar un instrumento de reducción de emisiones normalizadas, CER.

El mecanismo estimula el desarrollo sostenible y la reducción de emisiones, al tiempo que brinda flexibilidad a los países industrializados para cumplir con sus objetivos de reducción de emisiones.

- De aplicación conjunta (JJI).- Se define en el Artículo 6 del Protocolo; permite a un país del anexo B obtener CER a partir de un proyecto de reducción de emisiones en otro país del anexo B.

Los mecanismos ayudan a estimular la inversión verde y a que los países cumplan con sus objetivos de reducción de emisiones de una manera costo-efectiva.

El Fondo de Adaptación se estableció para financiar proyectos y programas de adaptación en los países en desarrollo dentro del Protocolo de Kyoto. El Fondo se financia principalmente con una participación de los ingresos de las actividades de proyectos MDL.

En México, se determina que para el cumplimiento de los objetivos y metas del programa de expansión del sector energético, tanto el gobierno de México, como las otras partes interesadas, se apoyarán en los recursos financieros previstos por las convenciones y tratados de los que México sea parte, así como de los programas internacionales de financiamiento, el mecanismo de desarrollo limpio (MDL) u otros instrumentos económicos que se hayan diseñado o puesto en marcha antes y durante el periodo de duración del programa. Específicamente, para aquellos que por su naturaleza contribuyan a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera, se buscará obtener los recursos provenientes de la comercialización de dichas reducciones en el mercado internacional de carbono, a fin de que sean económicamente viables y puedan avanzar desde su programación, hasta su ejecución y puesta en marcha. De esto último destaca que el Proyecto se constituye como un Mecanismo de Desarrollo Limpio, que le hace susceptible de atribuirse como beneficiario de los Certificados de Reducción de Emisiones en términos de los mecanismos del protocolo de Kyoto.

## **LEYES FEDERALES**

### ***Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.***

Esta Ley fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de Enero 1988, reformada el 13 de Diciembre de 1996, 7 de Enero de 2000, 31 de Diciembre de 2001, 13 de Junio de 2003 y 23 de Febrero de 2005.

La esfera de actuación para llevar a cabo la evaluación, aprobación y vigilancia en el desarrollo del proyecto del gasoducto propiedad de la Compañía de Autoabastecedores de Morelos, S.A. de C.V., está fundamentada por las atribuciones asignadas a la federación de acuerdo a las definiciones que se





hacen en las fracciones V, VI, X y XIX del Artículo 5º, los incisos a) y f) de la fracción III del Artículo 11, fracción XI del artículo 15 y Artículo 17 de esta Ley.

**Artículo 3o.-** Para los efectos de esta Ley se entiende por:

**XX.- Impacto ambiental:** Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza;

**Artículo 5o.-** Son facultades de la Federación:

**V.-** La expedición de las normas oficiales mexicanas y la vigilancia de su cumplimiento en las materias previstas en esta Ley;

**VI.-** La regulación y el control de las actividades consideradas como altamente riesgosas, y de la generación, manejo y disposición final de materiales y residuos peligrosos para el ambiente o los ecosistemas, así como para la preservación de los recursos naturales, de conformidad con esta Ley, otros ordenamientos aplicables y sus disposiciones reglamentarias;

**X.-** La evaluación del impacto ambiental de las obras o actividades a que se refiere el artículo 28 de esta Ley y, en su caso, la expedición de las autorizaciones correspondientes;

**XIX.-** La vigilancia y promoción, en el ámbito de su competencia, del cumplimiento de esta Ley y los demás ordenamientos que de ella se deriven;

**Artículo 11.** La Federación, por conducto de la Secretaría, podrá suscribir convenios o acuerdos de coordinación, con el objeto de que los gobiernos del Distrito Federal o de los Estados, con la participación, en su caso, de sus Municipios, asuman las siguientes facultades, en el ámbito de su jurisdicción territorial:

**III.** La evaluación del impacto ambiental de las obras o actividades a que se refiere el artículo 28 de esta Ley y, en su caso, la expedición de las autorizaciones correspondientes, con excepción de las obras o actividades siguientes:

- a) Obras hidráulicas, así como vías generales de comunicación, oleoductos, **gasoductos**, carboductos y poliductos,
- f) Cambios de uso de suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas,

**Artículo 15.-** Para la formulación y conducción de la política ambiental y la expedición de normas oficiales mexicanas y demás instrumentos previstos en esta Ley, en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico y protección al ambiente, el Ejecutivo Federal observará los siguientes principios:

**XI.-** En el ejercicio de las atribuciones que las leyes confieren al Estado, para regular, promover, restringir, prohibir, orientar y, en general, inducir las acciones de los particulares en los campos económico y social, se considerarán los criterios de preservación y restauración del equilibrio ecológico;

**Artículo 17.-** En la planeación nacional del desarrollo se deberá incorporar la política ambiental y el ordenamiento ecológico que se establezcan de conformidad con esta Ley y las demás disposiciones en la materia.

En la planeación y realización de las acciones a cargo de las dependencias y entidades de la administración pública federal, conforme a sus respectivas esferas de competencia, así como en el ejercicio de las atribuciones que las leyes confieran al Gobierno Federal para regular, promover, restringir, prohibir, orientar y en general inducir las acciones de los particulares en los campos económico y social, se observarán los lineamientos de política ambiental que establezcan el Plan Nacional de Desarrollo y los programas correspondientes.



Bajo los preceptos anteriores, y con el objeto de encuadrar los alcances del Proyecto bajo las disposiciones de esta Ley, se señala el acatamiento a lo señalado en el artículo 28, específicamente por las determinaciones a las fracciones I y VII, en el sentido de obtener la autorización en materia de impacto ambiental y anticipar la aplicabilidad de las condicionantes que fije la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), a fin de garantizar la salvaguarda del medio ambiente y de los asentamientos humanos cercanos a las zonas del Proyecto.

**Artículo 28.-** La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:

**I.-** Obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, **gasoductos**, carboconductos y poliductos,

**VII.-** Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas

El presente estudio constituye el documento mediante el cual se da a conocer, con base en estudios, el impacto ambiental, significativo y potencial que generara el gasoducto para transporte de Gas Natural, así como la forma de evitarlo o atenuarlo, sustentado en términos de lo que se indica en la fracción XX, artículo 3º y que deriva en la observancia a lo establecido en el artículo 30 acompañado del estudio de riesgo señalado por ser considerada una actividad riesgosa.

**Artículo 30.-** Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.

Cuando se trate de actividades consideradas altamente riesgosas en los términos de la presente Ley, la manifestación deberá incluir el estudio de riesgo correspondiente.

Si después de la presentación de una manifestación de impacto ambiental se realizan modificaciones al proyecto de la obra o actividad respectiva, los interesados deberán hacerlas del conocimiento de la Secretaría, a fin de que ésta, en un plazo no mayor de 10 días les notifique si es necesaria la presentación de información adicional para evaluar los efectos al ambiente, que pudiesen ocasionar tales modificaciones, en términos de lo dispuesto en esta Ley.

Los contenidos del informe preventivo, así como las características y las modalidades de las manifestaciones de impacto ambiental y los estudios de riesgo serán establecidos por el Reglamento de la presente Ley.

El Estudio de Riesgo Ambiental que complementa la presente Manifestación de Impacto Ambiental, se presenta con fundamento a lo que se señala en el segundo párrafo del artículo 147 de esta Ley, su formulación y presentación se requiere por considerar que el transporte de gas corresponde con una de las actividades riesgosas.



**Artículo 147.-** La realización de actividades industriales, comerciales o de servicios altamente riesgosas, se llevarán a cabo con apego a lo dispuesto por esta Ley, las disposiciones reglamentarias que de ella emanen y las normas oficiales mexicanas a que se refiere el artículo anterior.

Quienes realicen actividades altamente riesgosas, en los términos del Reglamento correspondiente, deberán formular y presentar a la Secretaría un estudio de riesgo ambiental, así como someter a la aprobación de dicha dependencia y de las Secretarías de Gobernación, de Energía, de Comercio y Fomento Industrial, de Salud, y del Trabajo y Previsión Social, los programas para la prevención de accidentes en la realización de tales actividades, que puedan causar graves desequilibrios ecológicos.

El proyecto, al ser sometido al procedimiento de evaluación del impacto ambiental por parte de las autoridades federales, se sujetará a todas las disposiciones aplicables tanto en la LGEEPA como en sus reglamentos y demás disposiciones que de ellos deriven.

### ***Ley General de Vida Silvestre.***

Esta Ley se publicó en el Diario Oficial de la Federación el 3 de Julio del 2000 y reformada el 10 de Enero del 2002.

Los desarrolladores y las empresas contratistas responsables de la construcción y operación del gasoducto., asumen responsablemente el compromiso de contribuir en la conservación de la vida silvestre desde las etapas de preparación del sitio y para ello se adoptan las medidas pertinentes a fin de evitar la destrucción, daño o perturbación a la vida silvestre; con ello se da cumplimiento a lo que se señala en el ARTÍCULO 4 de la Ley General de Vida Silvestre y que a la letra define: “es deber de todos los habitantes del país conservar la vida silvestre; queda prohibido cualquier acto que implique su destrucción, daño o perturbación”.

Para la zona de intervención de cualquier proyecto considerado en cualquier región del país, la presencia de cualquier especie en riesgo, catalogada bajo la categoría de amenazada, en peligro de extinción o sujeta a protección especial, requiere consideraciones especiales a fin de posibilitarse la adecuación del proyecto, y para ello resultan aplicables los términos de los Artículos 19 y primer párrafo del 64, mismos que son transcritos a continuación.

**Artículo 19.** Las autoridades que, en el ejercicio de sus atribuciones, deban intervenir en las actividades relacionadas con la utilización del suelo, agua y demás recursos naturales con fines agrícolas, ganaderos, piscícolas, forestales y otros, observarán las disposiciones de esta Ley y las que de ella se deriven, y adoptarán las medidas que sean necesarias para que dichas actividades se lleven a cabo de modo que se eviten, prevengan, reparen, compensen o minimicen los efectos negativos de las mismas sobre la vida silvestre y su hábitat.

**Artículo 64.** La Secretaría acordará con los propietarios o legítimos poseedores de predios en los que existan hábitats críticos, medidas especiales de manejo y conservación.

La realización de cualquier obra pública o privada, así como de aquellas actividades que puedan afectar la protección, recuperación y restablecimiento de los elementos naturales en los hábitats críticos, deberá quedar sujeto a las condiciones que se establezcan como medidas especiales de manejo y conservación en los planes de manejo de que se trate, así como del informe preventivo correspondiente, de conformidad con lo establecido en el reglamento.

Los términos de esta Ley inciden en garantizar la permanencia de la vida silvestre (flora y fauna), enfatizando la protección especial a las especies en riesgo; en este sentido es imperante resaltar que



en el contexto inmediato a la zona de intervención del Proyecto sólo se registra la presencia de una especie animal sujeta a conservación y se refiere a la Iguana Verde (Iguana iguana), la adecuación del Proyecto no constituye un factor de erradicación o depredación hacia dicha especie, ya que al ser un elemento que se desplanta en el subsuelo, solo repercute en su alejamiento temporal en las etapas de construcción, permitiendo su reincorporación y convivencia con las instalaciones en las etapas de operación; no obstante a lo anterior y bajo la consigna institucional de constituirse como una empresa ambientalmente responsable, se dispone desde noviembre de 2009 del registro para el establecimiento de una Unidad de Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMA) para la reproducción de la Iguana Verde y facilitar su reincorporación al medio natural contiguo.

### ***Ley Reglamentaria al Artículo 27 Constitucional en el Ramo del Petróleo.***

El párrafo segundo del artículo 4º de esta Ley establece que “el transporte, almacenamiento y la distribución de gas podrán ser llevados a cabo, previo permiso por los sectores social y privado, los que podrán construir, operar, y ser propietarios de gasoductos, instalaciones y equipos, en los términos de las disposiciones reglamentarias, técnicas y de regulación que se expidan”.

Así mismo en su artículo 13 establece que los individuos “interesados en obtener los permisos a que se refiere el párrafo segundo del Artículo 4º de esta ley deberán presentar solicitud a la Secretaría de Energía. Por lo que, el transporte, el almacenamiento y la distribución de gas metano, queda incluida en las actividades y con el régimen a que se refiere el párrafo anterior.

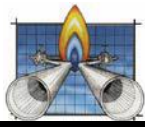
En función de lo anterior y sin que haya impedimento para la participación de una empresa privada en los procesos de transporte de gas, en su momento se tramitarán los permisos respectivos ante la CRE (Trámite CRE-00-006, Otorgamiento de permiso de transporte de gas natural para usos propios, modalidades usuario final y sociedad de autoabastecimiento), con lo que se avala la autorización para desempeñar las actividades previstas por parte del promovente y corroborar su factibilidad.

### ***Ley de la Comisión Reguladora de Energía.***

En octubre de 1995, se publicó en el Diario Oficial de la Federación la Ley de la Comisión Reguladora de Energía, con la que se fundamenta la constitución de la Comisión Reguladora de Energía (CRE) como entidad reguladora con autonomía técnica y operacional con el mandato de regular las actividades de operadores públicos y privados en la industria del gas y la electricidad en México.

La CRE busca estimular una industria de gas natural que sea competitiva y sostenible, teniendo bajo su responsabilidad la inspección de instalaciones, la emisión de permisos, la regulación de precios, la supervisión general de la industria, el garantizar un abasto suficiente, la seguridad y promoción de la competencia. Las políticas instrumentadas por la CRE buscan conseguir un equilibrio entre permisionarios y consumidores, y alienta la inversión privada al establecer un marco regulatorio claro y predecible. El presente Proyecto estará regulado por dicha Comisión y por lo tanto se sujetará a los instrumentos legales que se derivan de la presente Ley.

La adopción de los términos de esta Ley para el caso de la Línea de Distribución se fundamenta por los señalamientos que se hacen las fracciones XII y XIV del artículo 3, en las que se puntualiza la emisión de los permisos y autorizaciones para desarrollar las actividades de transporte y distribución de gas y el



cumplimiento de las disposiciones administrativas y que para el caso que nos compete se refiere al Permiso de transporte de gas natural para usos propios, modalidades usuario final y sociedad de autoabastecimiento.

**Artículo 3.-** Para el cumplimiento de su objeto, la Comisión tendrá las atribuciones siguientes:

**XII.** Otorgar y revocar los permisos y autorizaciones que, conforme a las disposiciones legales aplicables, se requieran para la realización de actividades reguladas;

**XIV.** Expedir y vigilar el cumplimiento de las disposiciones administrativas de carácter general, aplicables a las personas que realicen actividades reguladas;

***Ley General de Bienes Nacionales.***

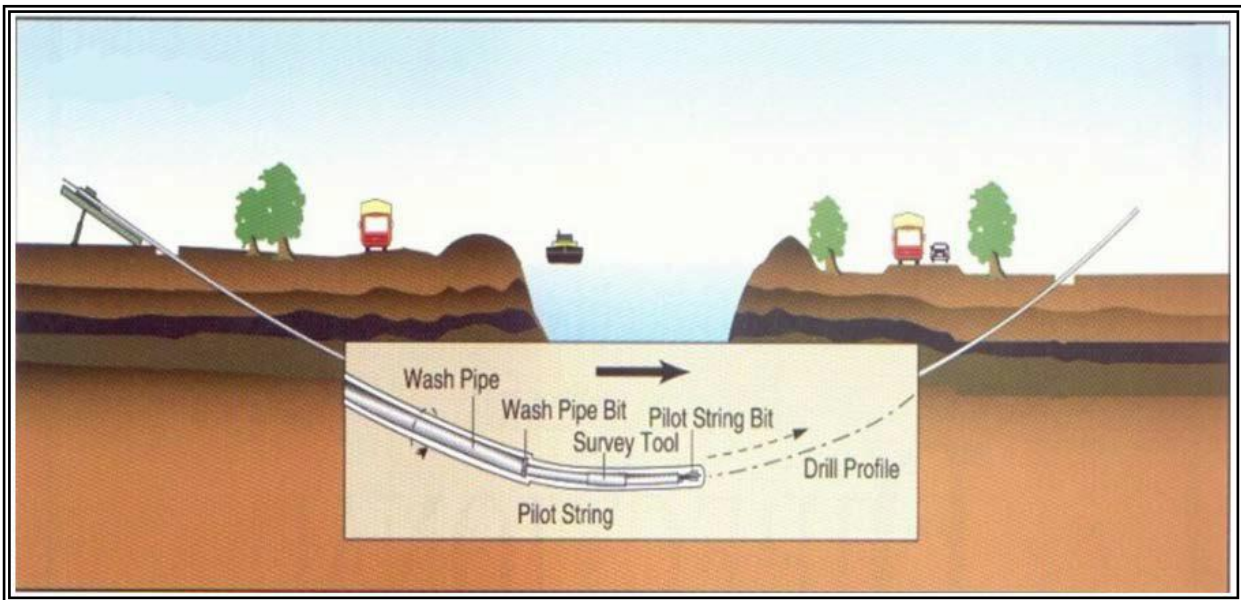
Publicada en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 20 de mayo de 2004 y reformada el 31 de agosto de 2007.

El trayecto del gasoducto incorpora en su desarrollo la adecuación técnica sobre elementos hidrológicos y vías férreas que por su naturaleza en el régimen de propiedad, requieren el otorgamiento de concesiones, permisos o autorizaciones en bienes de dominio público de la federación y de acuerdo a las atribuciones respectivas de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal encargadas en el manejo de las zonas federales, lo anterior se debe a que dichos elementos son propiedad de la nación de acuerdo a lo señalado en los párrafos primero y cuarto del artículo 27 constitucional.

Los términos el aprovechamiento de los bienes de uso común; las fracciones VII, IX del artículo 18, definen como bienes de uso común a las riberas y zonas federales de las corrientes; los caminos, carreteras y puentes que constituyan vías generales de comunicación. Adicionalmente se retoman los principios que establece el artículo 13, en el que se estipula que las concesiones no crean derechos reales, sino solo los relativos a la realización del uso y aprovechamiento y que para el caso que nos atañe sólo se limita a la autorización para permitir la instalación y operación del gasoducto por el derecho de vía de las carreteras federales 160 y 115, así como para efectuar el cruce de arroyos y líneas de ferrocarril.

De acuerdo a los señalamientos anteriores y como se representa en la Figura III.11, se acota la intervención de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) para los aspectos relativos a la Zona Federal del Río Yautepec y Río Cuautla, para la vía férrea le corresponde a la SCT.





**Figura III.11** Técnica de perforación direccional que se empleará para colocar el gasoducto en el cruce del Río Yautepec y Río Cuautla, así como del cruce de ferrocarril en la ciudad de Cuautla.

### ***Ley de Aguas Nacionales.***

Publicada en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 1 de Diciembre de 1992 y reformada el 29 de Abril de 2004 y su Reglamento publicado en el DOF 12 de Enero de 1994.

En concordancia a lo ya señalado por el párrafo quinto del Artículo 27 constitucional, así como en el Artículo 19 y las fracciones VII y IX del Artículo 18 de la Ley General de Bienes Nacionales, en los que se define su utilidad por constituirse como bienes de dominio público y que en consecuencia delega la administración de los recursos hídricos en la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA); esta Ley fortalece las disposiciones para estipular las obligaciones en el uso y explotación de los recursos hídricos. En este sentido se requiere el acotamiento a sus disposiciones por requerir, en primera instancia, la autorización para el cruce del Gasoducto en la zona federal que define el cruce del Río Yautepec y Río Cuautla.

**Artículo 9.** "La Comisión" es un órgano administrativo desconcentrado de "la Secretaría", que se regula conforme a las disposiciones de esta Ley y sus reglamentos, de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal y de su Reglamento Interior.

"La Comisión" tiene por objeto ejercer las atribuciones que le corresponden a la autoridad en materia hídrica y constituirse como el Órgano Superior con carácter técnico, normativo y consultivo de la Federación, en materia de gestión integrada de los recursos hídricos, incluyendo la administración, regulación, control y protección del dominio público hídrico.

En el ejercicio de sus atribuciones, "la Comisión" se organizará en dos modalidades:

- a. El Nivel Nacional, y



**b. El Nivel Regional Hidrológico - Administrativo, a través de sus Organismos de Cuenca.**

Las atribuciones, funciones y actividades específicas en materia operativa, ejecutiva, administrativa y jurídica, relativas al ámbito Federal en materia de aguas nacionales y su gestión, se realizarán a través de los Organismos de Cuenca, con las salvedades asentadas en la presente Ley.

Son atribuciones de "la Comisión" en su Nivel Nacional, las siguientes:

**XVII.** Administrar y custodiar las aguas nacionales y los bienes nacionales a que se refiere el Artículo 113 de esta Ley, y preservar y controlar la calidad de las mismas, en el ámbito nacional;

**Artículo 97.** Los usuarios de las aguas nacionales podrán realizar, por sí o por terceros, cualesquiera obras de infraestructura hidráulica que se requieran para su explotación, uso o aprovechamiento.

La administración y operación de estas obras serán responsabilidad de los usuarios o de las asociaciones que formen al efecto, independientemente de la explotación, uso o aprovechamiento que se efectúe de las aguas nacionales.

**Artículo 98.** Cuando con motivo de dichas obras se pudiera afectar el régimen hidráulico o hidrológico de los cauces o vasos propiedad nacional o de las zonas federales correspondientes, así como en los casos de perforación de pozos en zonas reglamentadas o de veda, se requerirá de permiso en los términos de los Artículos 23 y 42 de esta Ley y de sus reglamentos. Para este efecto la Autoridad competente expedirá las Normas Oficiales Mexicanas que correspondan.

"La Autoridad del Agua" supervisará la construcción de las obras, y podrá en cualquier momento adoptar las medidas correctivas necesarias para garantizar el cumplimiento del permiso y de dichas normas.

**Artículo 122.** .....(Último párrafo)

En el caso de ocupación de vasos, cauces, zonas federales y demás bienes nacionales inherentes a que se refiere la presente Ley, mediante la construcción de cualquier tipo de obra o infraestructura, sin contar con el título o permiso con carácter provisional correspondiente, "la Autoridad del Agua" queda facultada para remover o demoler las mismas con cargo al infractor, sin perjuicio de las sanciones que correspondan.

***Ley Reglamentaria del Servicio Ferroviario.***

Publicada en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 12 de mayo de 1995.

Esta Ley es aplicable para la gestión del gasoducto, por la necesidad de disponer del permiso para cruzar la Línea del ferrocarril en la ciudad de Cuautla, de acuerdo a lo que señalan los Artículos 15 y 34 que a la letra señalan.

**Artículo 15.** Se requiere permiso para:

II. Construir accesos, cruzamientos e instalaciones marginales, en el derecho de vía de las vías férreas; excluyendo la construcción e instalación de espuelas, mismas que se podrán construir sin necesidad de concesión o permiso;

**Artículo 34.** Se requiere autorización de la Secretaría para la instalación de líneas de transmisión eléctrica, fibra óptica, postes, cercas, **ductos de petróleo o sus derivados**, o cualquiera otra obra



subterránea, superficial o aérea, en las vías generales de comunicación ferroviaria, sin perjuicio de lo establecido en otras disposiciones aplicables.

En estos casos, el Estado podrá obtener una contraprestación por el aprovechamiento de la vía general de comunicación, sin perjuicio de la contraprestación que pudiere corresponder al concesionario de la vía férrea.

Las dependencias del Gobierno Federal, en coordinación con la Secretaría, podrán realizar cualesquiera de las obras señaladas en el primer párrafo de este artículo, dentro del derecho de vía de las vías férreas, sin pagar contraprestación alguna.

Las obras o instalaciones a que se refiere este artículo no deberán perjudicar la prestación del servicio público de transporte ferroviario o las instalaciones de las vías férreas.

### ***Ley General de Asentamientos Humanos.***

El ordenamiento a observar de la Ley General de Asentamientos Humanos está estipulado en su **Artículo 19** que a la letra establece que “las autorizaciones de manifestación de impacto ambiental que otorguen la Secretaría o las entidades federativas y los municipios conforme a las disposiciones jurídicas ambientales, deberán considerar la observancia de la legislación y los planes o programas en materia de desarrollo urbano”; en este sentido se hace hincapié en que el trayecto del gasoducto, al considerar las expectativas e inercias de crecimiento urbano de los asentamientos humanos cercanos a dicha línea de distribución, no se implantase en las reservas territoriales previstas por los instrumentos de planeación y que en su caso se defina claramente el derecho de vía para evitar riesgos potenciales derivados de asentamientos irregulares.

De igual manera se señala en esta Ley, la obligatoriedad de gestionar la licencia de uso de suelo y la de construcción de acuerdo a lo que se indica en el Artículo 5o.

**Artículo 5o.-** Se considera de utilidad pública:

X. Expedir las autorizaciones, licencias o permisos de uso de suelo, construcción, fraccionamientos, subdivisiones, fusiones, relotificaciones y condominios, de conformidad con las disposiciones jurídicas locales, planes o programas de desarrollo urbano y reservas, usos y destinos de áreas y predios;

### ***Ley Federal de Derechos.***

Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 31 de Diciembre de 1981 y última reforma el 18 de Noviembre de 2010. Los derechos que establece esta Ley, se pagarán por el uso o aprovechamiento de los bienes del dominio público de la Nación, así como por recibir servicios que presta el Estado en sus funciones de derecho público, excepto cuando se presten por organismos descentralizados u órganos desconcentrados y en este último caso, cuando se trate de contraprestaciones que no se encuentren previstas en esta Ley. También son derechos las contribuciones a cargo de los organismos públicos descentralizados por prestar servicios exclusivos del Estado.

La naturaleza del proyecto considera el cruzamiento sobre bienes de dominio público propiedad de la Nación, tales como Línea del ferrocarril en el tramo por la ciudad de Cuautla y el Erío Yecapixtla y Río Cuautla, por lo que la presente Ley establece el pago de derechos por el uso o aprovechamiento de dichos bienes de dominio público (Artículo 1º); las consideraciones puntuales que tienen injerencia para el proyecto se formalizan en la Sección Octava “Otorgamiento de Permisos” de acuerdo a lo que se señala en el artículo 172-A estipula lo concerniente para la autorización de cruzamiento con vías férreas.



**Artículo 172-A.-** Por el otorgamiento de autorizaciones para el cruzamiento de vías férreas por otras vías de comunicación y obras, se pagará el derecho de autorización de cruzamiento, conforme a las siguientes cuotas:

**I.- Subterráneos - \$1,308.97**

Por otra parte, los términos de las fracciones II y III del Artículo 192-A, en lo concerniente al pago por la expedición de los permisos para las obras implícitas para el cruzamiento del canal Tecuanillo.

**Artículo 192-A.** Por el estudio y trámite y, en su caso, autorización de títulos de concesión y permisos que se indican, incluyendo su posterior inscripción por parte de la Comisión Nacional del Agua en el Registro Público de Derechos de Agua, se pagará el derecho de servicios relacionados con el agua, conforme a las **siguientes cuotas:**

**II.** Por cada título de concesión para el uso o aprovechamiento de terrenos de cauces, vasos, lagos o lagunas, así como esteros, zonas federales y demás bienes nacionales regulados por la Ley de Aguas Nacionales - **\$1,163.36**

**III.** Por cada permiso para la construcción de obras hidráulicas destinadas a la explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales o en zonas de veda y reglamentadas, para perforación de pozos para uso de aguas del subsuelo o para la construcción de obras en zona federal - **\$3,551.92**

***Ley General de Protección Civil.***

Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 12 de Mayo de 2000. Esta Ley es de orden público e interés social y tiene por objeto establecer las bases de la coordinación en materia de protección civil, entre la Federación, las Entidades Federativas y los Municipios.

Si bien el ámbito de coordinación de esta Ley se limita a las entidades federales, estatales y municipales, se prevé la incidencia en el proyecto como expresión de actividades preventivas que inciden en la protección civil tanto de la población cercana, como de los operarios del Proyecto, y que para el promovente finca responsabilidades de colaboración, coordinación con las autoridades respectivas y la definición de los respectivos simulacros, programas de evacuación, programas preventivos de mantenimiento a las instalaciones, programas de capacitación, el respectivo Estudio de Riesgo (requisitado por la SEMARNAT, de acuerdo a lo señalado en el segundo párrafo del artículo 147 de la LGEEPA), en el que se ostenta la atención oportuna ante cualquier eventualidad y la obligación de comunicar a las autoridades de protección civil la presencia de una situación de probable o inminente riesgo (fracción VI, artículo 24 de la LGPC).

**Artículo 24.-** Son derechos y obligaciones de los grupos voluntarios:

**VI.** Comunicar a las autoridades de protección civil la presencia de una situación de probable o inminente riesgo.

***Ley Federal de Telecomunicaciones.***

Esta Ley tiene incidencia sobre el Proyecto, debido a las instalaciones de fibra óptica que de manera simultánea y de forma paralela se desplantara junto a la línea de distribución de gas natural que prevé el Proyecto.

Sus disposiciones regulan entre otras, las actividades de intercomunicación que pueden llevar a cabo los particulares entre sí, para ello es necesario acotarse a las indicaciones para obtener los permisos pertinentes.



**Artículo 9-A.** La Comisión Federal de Telecomunicaciones es el órgano administrativo desconcentrado de la Secretaría, con autonomía técnica, operativa, de gasto y de gestión, encargado de regular, promover y supervisar el desarrollo eficiente y la cobertura social amplia de las telecomunicaciones y la radiodifusión en México, y tendrá autonomía plena para dictar sus resoluciones. Para el logro de estos objetivos, corresponde a la citada Comisión el ejercicio de las siguientes atribuciones:

**IV.** Opinar respecto de las solicitudes para el otorgamiento, modificación, prórroga y cesión de concesiones y permisos en materia de telecomunicaciones, así como de su revocación;

**XIII.** Vigilar la debida observancia a lo dispuesto en los títulos de concesión y permisos otorgados en la materia, y ejercer las facultades de supervisión y verificación, a fin de asegurar que la prestación de los servicios de telecomunicaciones se realice con apego a las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas aplicables;

**Artículo 31.** Se requiere permiso de la Secretaría para:

**I.** Establecer y operar o explotar una comercializadora de servicios de telecomunicaciones sin tener el carácter de red pública, y

**Artículo 32.** Los interesados en obtener permiso deberán presentar solicitud a la Secretaría, la cual contendrá, en lo conducente, lo establecido en el artículo 24.

La Secretaría analizará y evaluará la documentación correspondiente a la solicitud a que se refiere el párrafo anterior en un plazo no mayor de 90 días naturales, dentro del cual podrá requerir a los interesados información adicional.

Una vez cumplidos, a satisfacción, los requisitos a que se refiere el artículo anterior, la Secretaría otorgará el permiso correspondiente.

**Artículo 24.** Los interesados en obtener una concesión para instalar, operar o explotar redes públicas de telecomunicaciones, deberán presentar, a satisfacción de la Secretaría, solicitud que contenga como mínimo:

**I.** Nombre y domicilio del solicitante;

**II.** Los servicios que desea prestar;

**III.** Las especificaciones técnicas del proyecto;

**IV.** Los programas y compromisos de inversión, de cobertura y calidad de los servicios que se pretenden prestar;

**V.** El plan de negocios, y

**VI.** La documentación que acredite su capacidad financiera, técnica, jurídica y administrativa.

Lo anterior, sin perjuicio de obtener, en su caso, concesión para explotar bandas de frecuencias en los términos del artículo 14.

### ***Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.***

Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 8 de Octubre de 2003 y reformada el 22 de Mayo de





2006 y el 19 de Junio de 2007, esta Ley tiene por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente adecuado y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, valorización y la agestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación, así como para establecer criterios generales que serán definidos con mayor precisión en el Reglamento, así como en las leyes estatales y ordenamientos municipales que se deriven de la misma Ley.

La Ley establece una serie de obligaciones para los generadores de residuos peligrosos, en función de las cantidades de residuos que generen anualmente, así como obligaciones en el caso de manejo y de accidentes o derrames de residuos peligrosos.

Establece también disposiciones generales para el caso del manejo de residuos de manejo especial y sólidos urbanos, que deberán ser desarrollados por las disposiciones locales.

El proyecto del gasoducto cumplirá con las obligaciones establecidas por la Ley, las cuales se verán con mayor detalle al tratar sobre el Reglamento de la misma, la correspondiente ley estatal de residuos, y otras partes de la MIA que atiendan al manejo adecuado de residuos en general.

## **REGLAMENTOS FEDERALES**

### ***Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental.***

La interposición de este Reglamento tiene su antecedente en lo conducente por la fracción X del artículo 12 de la LGEEPA y tiene su transcripción para el proyecto de la Línea de Distribución de Gas Natural función del acotamiento a las características y modalidades de la Manifestación de Impacto Ambiental y el Estudio de Riesgo Ambiental que se presentan.

El complemento a los señalamientos normativos puntualizados para el Proyecto de acuerdo con la LGEEPA, son señalados en el respectivo Reglamento de esta Ley, y que se acotan, con base en la naturaleza del mismo, a las disposiciones de los incisos C) y O) del artículo, artículo 5, artículo 9, fracción IV del artículo 11 y artículo 14, que a la letra señalan:

**Artículo 5.** Quienes pretendan llevar a cabo alguno de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en material de impacto ambiental:

#### **C) OLEODUCTOS, GASODUCTOS, CARBODUCTOS Y POLIDUCTOS**

Construcción de oleoductos, gasoductos, carboductos o poliductos para la conducción o distribución de hidrocarburos o materiales o sustancias consideradas peligrosas conforme a la regulación correspondiente, excepto los que se realicen en derechos de vía existentes en zonas agrícolas, ganaderas o eriales.

De acuerdo a lo establecido en el citado precepto, la construcción de un gasoducto, está comprendida dentro de las obras que requieren la manifestación de impacto ambiental (MIA), así como su autorización correspondiente.

**Artículo 9.** Los promoventes deberán presentar ante la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del proyecto, de la obra, o actividad respecto de la que se solicita autorización.

La información que contenga la manifestación de impacto ambiental deberá referirse a circunstancias ambientales relevantes vinculadas con la realización del proyecto.



**Artículo 11.** Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de: Proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en los que por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar o producir la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.

Con base en lo anterior, y tomando en cuenta que la MIA a presentarse es modalidad particular, se utilizó la guía para proyectos petroleros a efecto de elaborar el presente documento.

### ***Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales.***

El Reglamento de la LAN fue publicado el 12 de enero de 1994 y reglamenta las disposiciones en materia de uso de aguas provenientes de cuerpos de agua de jurisdicción federal y del subsuelo, así como disposiciones en materia de descarga de aguas residuales a cuerpos receptores también de jurisdicción federal.

**Artículo 7o.-** Para efectos de la fracción VII, del artículo 9o., de la "Ley", "La Comisión" aprobará formatos para facilitar la presentación de las solicitudes de concesiones, asignaciones y permisos, así como de los anexos que en su caso ésta requiera.

**Artículo 30.-** Conjuntamente con la solicitud de concesión o asignación para la explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales se solicitará, en su caso: el permiso de descarga de aguas residuales, el permiso para la realización de las obras que se requieran para el aprovechamiento del agua y la concesión para la explotación, uso o aprovechamiento de cauces, vasos o zonas federales a cargo de "La Comisión".

Al respecto de este ordenamiento, el proyecto del gasoducto realizará la actualización del trámite de obtención sobre el permiso correspondiente, para el paso del gasoducto sobre el Río Yautepec y Río Cuautla.

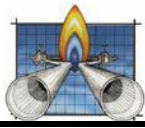
### ***Reglamento de Gas Natural.***

El Reglamento de Gas natural fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 8 de Noviembre de 1995.

Este ordenamiento reglamenta la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en el Ramo del Petróleo, con el objeto de regular las ventas de primera mano, así como las actividades y los servicios que no forman parte de la industria petrolera en materia de gas natural, a efecto de asegurar su suministro eficiente.

Las disposiciones del Reglamento de Gas Natural están vinculadas a los señalamientos de las fracciones V y VI del Artículo 2; así como del Artículo 14, 19 que definen y regulan las ventas de primera mano, así como los procedimientos para obtener, transferir y modificar permisos por parte de la Comisión Reguladora de Energía, por lo que su acatamiento responde a las necesidades de disponer de los permisos pertinentes para la construcción y operación del gasoducto propiedad de Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V..

**Artículo 2.-** Definiciones.



Para los efectos de este Reglamento, se entenderá por:

**III. Comisión:** La Comisión Reguladora de Energía;

**V. Directivas:** Disposiciones de carácter general expedidas por la Comisión, tales como criterios, lineamientos y metodologías, a que deben sujetarse las ventas de primera mano y las actividades de transporte, almacenamiento y distribución de gas;

**VI. Distribución:** La actividad de recibir, conducir, entregar y, en su caso, comercializar gas por medio de ductos dentro de una zona geográfica;

#### **Artículo 14.- Régimen de permisos**

La realización de las actividades de transporte, almacenamiento y distribución requerirá de permiso previo otorgado por la Comisión en los términos de este Reglamento.

Sin perjuicio de los permisos que se otorguen a Petróleos Mexicanos y demás organismos descentralizados del sector energético, los permisos para la prestación de los servicios sólo serán otorgados a empresas del sector social y sociedades mercantiles.

Petróleos Mexicanos y los demás organismos descentralizados del sector energético estarán sujetos a las disposiciones de este Reglamento.

#### **Artículo 19.- Duración del permiso**

Los permisos tendrán una vigencia de treinta años, contados a partir de la fecha de su otorgamiento, y serán renovables, en su caso, en los términos del Artículo 53.

#### **Artículo 22.- Otros permisos y autorizaciones**

El otorgamiento de un permiso implica la autorización de la Comisión para realizar las obras correspondientes, sin perjuicio de las autorizaciones que el permisionario deba obtener de otras autoridades federales y locales.

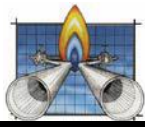
De igual forma, durante la etapa de construcción y operación, las instalaciones del Gasoducto observará cada uno de los lineamientos establecidos en el Reglamento de gas natural, destacando el cumplimiento de las siguientes obligaciones que se adquieren sobre seguridad en caso de emergencia:

I. Dar aviso inmediato a la Comisión Reguladora de Energía (CRE) y a las autoridades competentes de cualquier hecho que como resultado de sus actividades permitidas ponga en peligro la salud y seguridad públicas; dicho aviso deberá incluir las posibles causas del hecho, así como las medidas que se hayan tomado y planeado tomar para hacerle frente.

II. Presentar a la CRE, en un plazo de diez días contado a partir de aquél en que el siniestro se encuentre controlado, un informe detallado sobre las causas que lo originaron y las medidas tomadas para su control.

III. Presentar anualmente, en los términos de las normas oficiales mexicanas aplicables, el programa de mantenimiento del sistema y comprobar su cumplimiento con el dictamen de una unidad de verificación debidamente acreditada.

IV. Llevar un libro de bitácora para la supervisión, operación y mantenimiento de obras e instalaciones, que estará a disposición de la CRE.



V. Capacitar a su personal para la prevención y atención de siniestros.

VI. Proporcionar el auxilio que les sea requerido por las autoridades competentes en caso de emergencia o siniestro, y

VII. Las demás que establezcan las normas oficiales mexicanas.

### ***Reglamento del Servicio Ferroviario.***

Para complementar las disposiciones de la Ley Reglamentaria del Servicio ferroviario, respecto a los permisos que la SCT emite para autorizar las obras de cruzamiento sobre la Línea del ferrocarril en el tramo de la ciudad de Cuautla, se incorporan las disposiciones de los artículos 20, 25 y 26 de este Reglamento y que textualmente establecen.

**Artículo 20.** Las solicitudes de autorización para realizar las instalaciones u obras a que se refiere el artículo 34 de la Ley, deberán acompañar el proyecto en el que se especifiquen la naturaleza, características, ubicación y tiempo estimado para la realización de la obra.

La Secretaría emitirá la resolución correspondiente en un plazo que no excederá de cuarenta y cinco días naturales, contado a partir de aquél en que se presente la solicitud.

**Artículo 25.** Los permisionarios y autorizados deberán convenir con los concesionarios, autorizados o permisionarios respectivos, los términos y condiciones conforme a los cuales se realizarán las instalaciones u obras a que se refieren los artículos 15 y 34 de la Ley, a fin de que en ningún momento se afecte la vía general de comunicación ferroviaria o se ponga en riesgo la seguridad en la prestación del servicio ferroviario o de otras instalaciones u obras.

En caso de que el permisionario o autorizado requiera utilizar la vía férrea o cualquier otra instalación del concesionario o permisionario, deberá celebrar con estos últimos los convenios correspondientes. Una vez otorgado el permiso o autorización respectivos, si las partes no llegan a un acuerdo para la celebración de los convenios a que se alude en este artículo, dentro de los treinta días naturales siguientes a la fecha en que iniciaron las negociaciones, cualquiera de ellas podrá solicitar la intervención de la Secretaría para que ésta resuelva lo conducente conforme al procedimiento establecido en los artículos 112 y 113 de este Reglamento.

**Artículo 26.** Los permisos se otorgarán por los plazos siguientes:

**III.** Para accesos, puentes sobre vías férreas, cruzamientos e instalaciones marginales en el derecho de vía, el plazo será indefinido.

Tratándose de las instalaciones y obras a que se refiere el artículo 34 de la Ley, la vigencia de las autorizaciones será indefinida.

**Artículo 27.** Los concesionarios, permisionarios y autorizados sólo podrán iniciar las actividades correspondientes hasta que entreguen a la Secretaría las constancias de las pólizas de seguros que deban contratarse, exhiban la garantía que, en su caso, se les solicite y cumplan con las demás condiciones que para tal efecto establezca la Ley, este Reglamento, así como el título de concesión, permiso o autorización respectivo.



**Artículo 50.** Los cruzamientos de las vías férreas por otras vías o por otras obras, podrán llevarse a cabo mediante pasos superiores, inferiores o a nivel, previa aprobación de la Secretaría, en el entendido de que los cruzamientos a nivel en las zonas urbanas únicamente se autorizarán cuando las condiciones de seguridad, económicas y sociales lo permitan.

En todo caso, los cruzamientos deberán contar con las señales necesarias para eliminar riesgos y prevenir accidentes, las cuales estarán a cargo del permisionario que cruce a la vía férrea ya establecida.

### ***Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos***

El Reglamento de la LGPGIR, publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 30 de Noviembre de 2006 se refiere a las obligaciones relativas al manejo y disposición de los residuos peligrosos por parte del generador. Establece los lineamientos generales que habrán de observarse sobre el manejo, incluyendo almacenamiento, recolección, transporte, alojamiento, reuso, tratamiento, reciclaje, incineración y disposición final de los residuos peligrosos, así como, las normas oficiales relativas a los mismos. Asimismo, se establecen los requerimientos específicos para el registro de los generadores y de los prestadores de servicios encargados del manejo de los residuos peligrosos.

Este reglamento es aplicable al proyecto en virtud de que durante las diferentes etapas del proyecto se van a generar, manejar y disponer residuos peligrosos. El Proyecto cumplirá con este ordenamiento y su realización no se opone a sus disposiciones.

### ***Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos.***

El Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos se publicó en el Diario Oficial de la Federación el día 7 de Abril de 1993; tiene por objeto regular el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos, establece las obligaciones de los transportistas de dichos materiales y residuos, la clasificación y descripción de las sustancias peligrosas que pueden ser transportadas; las características de los envases y embalajes en los que se deben transportar; las características, especificaciones, equipamiento e identificación de los vehículos motores y unidades de arrastre a utilizar; las condiciones de seguridad en los mismos, el Sistema Nacional de Emergencia en Transportación de Materiales y Residuos Peligrosos, las disposiciones de tránsito en vías de jurisdicción federal, las disposiciones especiales para el transporte de residuos peligrosos; la responsabilidad, las obligaciones y las sanciones específicas de las partes involucradas con el transporte de materiales y residuos peligrosos.

Este reglamento resulta aplicable al Proyecto en cuanto a que se tiene la obligación de contratar con empresa autorizada por la SEMARNAT como por la SCT para el transporte de materiales y residuos peligrosos en términos de lo que dispone dicho cuerpo normativo. El Proyecto cumplirá en su momento con este ordenamiento y no se opone a sus disposiciones.

### ***Reglamento para la Protección del Ambiente contra la Contaminación Originada por la Emisión de Ruido.***

El Reglamento para la Protección del Ambiente contra la Contaminación originada por la Emisión de Ruido, publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 6 de diciembre de 1982, establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente de fuentes industriales. Asimismo, dispone las medidas necesarias para mitigar el ruido, así como los estudios y métodos de realización para determinar los niveles de ruido.





Este reglamento resulta aplicable al Proyecto, en tanto que durante todas las fases que comprende el proyecto se emitirá ruido. El Proyecto cumplirá en su momento con este ordenamiento y no se opone a sus disposiciones.

### ***Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo.***

El Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo (RFSHMAT) fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 21 de Enero de 1997. Tiene por objeto establecer las medidas necesarias de prevención de los accidentes y enfermedades de trabajo, tendientes a lograr que la prestación del trabajo se desarrolle en condiciones de seguridad, higiene y medio ambiente adecuados para los trabajadores, conforme a lo dispuesto en la Ley Federal del Trabajo y los Tratados Internacionales celebrados y ratificados por los Estados Unidos Mexicanos en dichas materias.

Las disposiciones de este Reglamento deben ser cumplidas en cada centro de trabajo por los patrones o sus representantes y los trabajadores, de acuerdo a la naturaleza de la actividad económica, los procesos de trabajo y el grado de riesgo de cada empresa o establecimiento y constituyan un peligro para la vida, salud o integridad física de las personas o bien, para las propias instalaciones.

Este reglamento es aplicable al Proyecto en cuanto a las actividades que se desarrollan por el mismo y en particular las relacionadas con el medio ambiente laboral y para el manejo de materiales y sustancias peligrosas por los trabajadores. El Proyecto cumplirá en su momento con este ordenamiento y su realización no se opone a sus disposiciones.

## **LEYES Y REGLAMENTOS ESTATALES**

### ***Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección del Ambiente del Estado de Morelos (En materia de Aire).***

- Título Séptimo, Capítulo II, Artículo 119. Criterios considerados para la protección a la atmósfera.
- Título Séptimo, Capítulo II, Artículo 122. Clasificación de fuentes fijas y móviles.

Título Séptimo, Capítulo II, Artículo 123. Restricción de emisiones a la atmósfera que causen desequilibrios ecológicos.

Para la instalación del Gasoducto principal, la empresa utilizará equipos como: camionetas pick up, camiones de volteo, maquinaria pesada, plantas soldadoras y generadores de electricidad, principalmente, durante las etapas de preparación del sitio y construcción, los cuales cuentan con motor de combustión interna a base de Gasolina o Diesel, según sea el caso, lo que cataloga a dichas máquinas como fuentes móviles de emisión de contaminantes. Por lo cual deberán respetarse los Límites Máximos de Permisibles establecidos en las NOM's.

Así mismo, se utilizarán vehículos para el transporte de material durante la obra civil, lo cual generará, además de gases de combustión, emisión de Partículas Sólidas hacia la atmósfera, tanto en las etapas de preparación del sitio como en la de construcción y mantenimiento.

Por lo anterior, las actividades se realizarán con estricto apego a lo indicado en las NOM y en la LEEPA del estado de Morelos, por lo que la Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, realizará acciones tales como, mantenimiento preventivo a maquinaria y equipos, con el objeto de éstos se encuentren operando satisfactoriamente, reduciendo la emisión de gases contaminantes por motores de combustión en mal estado, así mismo, durante las etapas de preparación del sitio y construcción, se circulará a baja velocidad (20 Km/h) con el objeto de disminuir las emisiones de gases a la atmósfera.



Aunado a lo anterior, la empresa realizará sus actividades durante la obra civil, con apego a los Límites Máximos Permisibles (LMP), con el objeto de que sus emisiones a la atmósfera no causen ningún desequilibrio ecológico.

***Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección del Ambiente del Estado de Morelos (En materia de Suelo y Subsuelo).***

- Título Séptimo, Capítulo IV, Artículo 141 y 142. Criterios para la prevención y control de la contaminación del suelo.
- Título Séptimo, Capítulo IV, Artículo 143. Contaminación del suelo.
- Título Séptimo, Capítulo IV, Artículo 144. Descarga de sustancias peligrosas al suelo.
- Título Séptimo, Capítulo IV, Artículo 150. Propietarios de terrenos erosionados.

Las actividades de mantenimiento que se requieran realizar durante la etapa de construcción del proyecto, estarán a cargo de un proveedor externo y dado de alta para sus residuos peligrosos generados, sin embargo, dichas actividades estarán delimitadas estrictamente por lo establecido en la NOM-138-SEMARNAT/SS-2003, la cual establece los lineamientos para prevenir la contaminación del suelo y en caso de existir, asegurase que ésa se encuentre dentro de los LMP para suelos contaminados con hidrocarburos, lo cual será constatado mediante la caracterización y remediación del suelo, de acuerdo a las especificaciones indicadas en dicha norma.

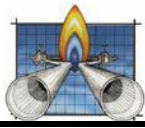
Para dar cumplimiento a lo establecido en la presente Ley, cabe mencionar que, durante las etapas del proyecto, solo se generarán residuos sólidos urbanos, en el derecho de vía donde será instalado el gasoducto. Ya que no se realizarán actividades de mantenimiento en el área correspondiente, sin embargo, se realizarán acciones para la prevención de la contaminación del suelo, ya que se instalarán contenedores para el almacenamiento temporal de los residuos sólidos, los cuales estarán debidamente identificados y delimitados, además de reunir las condiciones físicas para prevenir la contaminación del suelo. Así mismo, la disposición de los mismos se realizará mediante prestadores de servicio autorizados para el transporte y confinamiento de los residuos sólidos urbanos.

Cabe mencionar, que como parte de la responsabilidad de la Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, dentro de su programa para la prevención y mitigación de impactos, se tienen contempladas actividades de restauración y reforestación de las áreas impactadas, en aquellos casos donde se haya realizado la remoción de la cobertura vegetal, por la apertura de la zanja para la instalación del gasoducto, y esto haya propiciado la erosión del suelo.

***Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección del Ambiente del Estado de Morelos (en materia de Ruido).***

- Título Séptimo, Capítulo VI, Artículo 156, 157 y 159. Contaminación por Ruido.
- Título Séptimo, Capítulo VII, Artículo 160. Contaminación visual y protección al paisaje.

Durante las actividades a realizar durante la etapa de preparación del sitio y construcción, se utilizará maquinaria pesada y equipos estacionarios generadores de ruido, por lo que la Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V., deberá apearse estrictamente a lo establecido en las NOM's, respecto a los límites máximos permisibles para las emisiones de ruido, vibraciones, energía térmica y lumínica, así como atender las acciones correctivas necesarias para evitar efectos nocivos de dichos contaminantes al medio ambiente. Así mismo, la compañía estará disponible para ejecutar acciones que en algún momento puedan ser impuestas por las autoridades correspondientes, en caso de ser necesarias.



### **Ley de Residuos Sólidos para el Estado de Morelos.**

- Título Segundo. Capítulo I. Artículo 45. Clasificación de los Residuos Sólidos Urbanos (RSO).
  - Título Segundo. Capítulo I. Artículo 46, 47, 49 y 50. Obligaciones de los generadores de RSO.
  - Título Segundo. Capítulo II. Artículo 52 y 53. Separación de residuos sólidos.
- Título Segundo. Capítulo III. Artículo 55 y 65. Manejo y disposición de residuos.

Durante las actividades a desarrollar en las etapas en que se divide el proyecto, se generarán residuos sólidos urbanos, por lo que la empresa deberá apegarse estrictamente a lo establecido en la presente Ley de Residuos, por lo que durante los trabajos de la obra civil, así como en la operación del gasoducto, se instalarán contenedores debidamente identificados para el almacenamiento temporal de los residuos sólidos urbanos, con el objeto de que el manejo de los mismos sea de acuerdo a lo que establece la normatividad, así mismo, dichos residuos serán entregados a prestadores de servicios autorizados para la recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos. Así mismo, se buscará el manejo integral de los residuos, para evitar que éstos se transfieran a zonas aledañas a las de trabajo, así como la mezcla de los RSO con residuos peligrosos, lo anterior conforme lo establece el Artículo 46 y 47, de la presente Ley.

Durante cada una de las etapas del proyecto, se buscará la manera de minimizar la generación de residuos sólidos, mediante el uso eficiente de los mismos y aplicando técnicas de reciclaje, así como medidas para la separación íntegra de los residuos en orgánicos e inorgánicos.

Cabe mencionar, que la empresa no solo estará delimitada por los artículos mencionados en este apartado, sino que se apegará estrictamente a cada una de las disposiciones establecidas en la Ley de Residuos Sólidos para el estado de Morelos, con el fin de que las actividades a realizar sean en cumplimiento satisfactorio de cada uno de los lineamientos normativos marcados en la normatividad estatal vigente.

### **Normas Oficiales Mexicanas**

De acuerdo con al artículo 3º, fracción XI de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, las Normas Oficiales Mexicanas (NOM's) son regulaciones técnicas de observancia obligatoria expedida por las dependencias competentes, conforme a las finalidades establecidas en el artículo 40, que establece reglas, especificaciones, atributos, directrices, características o prescripciones aplicables a un producto, proceso, instalación, sistema, actividad, servicio o método de producción u operación, así como aquellas relativas a terminología, simbología, embalaje, marcado o etiquetado y las que se refieran a su cumplimiento o aplicación.

Conforme al artículo 37-bis de la LGEEPA, las NOM's en materia ambiental son de naturaleza obligatoria en el territorio nacional, existen diferentes NOM's que regulan el ordenamiento ecológico, descarga de aguas residuales, emisiones a la atmósfera, manejo y transporte de materiales y residuos peligrosos, manejo de recursos naturales, emisiones de ruido, etc.

El proyecto del gasoducto cumplirá desde el diseño de los equipos y en cada una de sus etapas (preparación del sitio, construcción, y operación) con la normatividad aplicable a este tipo de proyectos con la finalidad de prevenir y controlar cualquier emisión contaminante.



❖ **Normatividad y Legislación Ambiental Vigente.**

La normatividad ambiental federal, estatal y municipal vigente, que regula los impactos que se pueden presentar durante las actividades que se realicen dentro del área de influencia del proyecto son:

<b>AIRE</b>	
<b>Normatividad Aplicable</b>	<b>Concordancia y cumplimiento de las Normas aplicables</b>
<p><b>NOM-041-SEMARNAT-2006.</b> Límites Máximos Permisibles para la emisión de contaminantes en vehículos que usan Gasolina como combustible</p>	<p>Para la instalación del Gasoducto principal, la empresa utilizará equipos como: camionetas pick up, camiones de volteo, maquinaria pesada, plantas soldadoras y generadores de electricidad, principalmente, durante las etapas de preparación del sitio y construcción, los cuales cuentan con motor de combustión interna a base de Gasolina o Diesel, según sea el caso, lo que cataloga a dichas máquinas como fuentes móviles de emisión de contaminantes. Por lo cual deberán respetarse los Límites Máximos de Permisibles establecidos en las NOM's.</p> <p>Así mismo, se utilizarán vehículos para el transporte de material durante la obra civil, lo cual generará, además de gases de combustión, emisión de Partículas Sólidos hacia la atmósfera, tanto en las etapas de preparación del sitio como en la de construcción y mantenimiento.</p> <p>Por lo anterior, las actividades se realizarán con estricto apego a lo indicado en las NOM y en la LEEPA del estado de Morelos, por lo que la Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, realizará acciones tales como, mantenimiento preventivo a maquinaria y equipos, con el objeto de éstos se encuentren operando satisfactoriamente, reduciendo la emisión de gases contaminantes por motores de combustión en mal estado, así mismo, durante las etapas de preparación del sitio y construcción, se circulará a baja velocidad (20 Km/h) con el objeto de disminuir las emisiones de gases a la atmósfera.</p> <p>Aunado a lo anterior, la empresa realizará sus actividades durante la obra civil, con apego a los Límites Máximos Permisibles (LMP), con el objeto de que sus emisiones a la atmósfera no causen ningún desequilibrio ecológico.</p>
<p><b>NOM-045-SEMARNAT-2006.</b> Vehículos en circulación que usan Diesel como combustible. Límites máximos de opacidad.</p>	
<p><b>Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección del Ambiente del Estado de Morelos.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Título Séptimo, Capítulo II, Artículo 119. Criterios considerados para la protección a la atmósfera.</li> <li>– Título Séptimo, Capítulo II, Artículo 122. Clasificación de fuentes fijas y móviles.</li> <li>– Título Séptimo, Capítulo II, Artículo 123. Restricción de emisiones a la atmósfera que causen desequilibrios ecológicos.</li> </ul>	



<b>SUELO Y SUBSUELO</b>	
<b>Normatividad Aplicable</b>	<b>Concordancia y cumplimiento de las Normas aplicables</b>
<p><b>NOM-138-SEMARNAT/SS-2003.</b> Límites Máximos Permisibles de Hidrocarburos en Suelos y las Especificaciones para su Caracterización y Remediación.</p>	<p>Las actividades de mantenimiento que se requieran realizar durante la etapa de construcción del proyecto, estarán a cargo de un proveedor externo y dado de alta para sus residuos peligrosos generados, sin embargo, dichas actividades estarán delimitadas estrictamente por lo establecido en la NOM-138-SEMARNAT/SS-2003, la cual establece los lineamientos para prevenir la contaminación del suelo y en caso de existir, asegurase que ésa se encuentre dentro de los LMP para suelos contaminados con hidrocarburos, lo cual será constatado mediante la caracterización y remediación del suelo, de acuerdo a las especificaciones indicadas en dicha norma.</p>
<p><b>Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección del Ambiente del Estado de Morelos.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Título Séptimo, Capítulo IV, Artículo 141 y 142. Criterios para la prevención y control de la contaminación del suelo.</li> <li>- Título Séptimo, Capítulo IV, Artículo 143. Contaminación del suelo.</li> <li>- Título Séptimo, Capítulo IV, Artículo 144. Descarga de sustancias peligrosas al suelo.</li> <li>- Título Séptimo, Capítulo IV, Artículo 150. Propietarios de terrenos erosionados.</li> </ul>	<p>Para dar cumplimiento a lo establecido en la presente Ley, cabe mencionar que, durante las etapas del proyecto, solo se generarán residuos sólidos urbanos, en el derecho de vía donde será instalado el gasoducto. Ya que no se realizarán actividades de mantenimiento en el área correspondiente, sin embargo, se realizarán acciones para la prevención de la contaminación del suelo, ya que se instalarán contenedores para el almacenamiento temporal de los residuos sólidos, los cuales estarán debidamente identificados y delimitados, además de reunir las condiciones físicas para prevenir la contaminación del suelo. Así mismo, la disposición de los mismos se realizará mediante prestadores de servicio autorizados para el transporte y confinamiento de los residuos sólidos urbanos.</p> <p>Cabe mencionar, que como parte de la responsabilidad de la Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, dentro de su programa para la prevención y mitigación de impactos, se tienen contempladas actividades de restauración y reforestación de las áreas impactadas, en aquellos casos donde se haya realizado la remoción de la cobertura vegetal, por la apertura de la zanja para la instalación del gasoducto, y esto haya propiciado la erosión del suelo.</p>





RESIDUOS PELIGROSOS	
Normatividad Aplicable	Concordancia y cumplimiento de las Normas aplicables
<p><b>Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR).</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Título Quinto, Capítulo I, Artículo 40, 41 y 45. Manejo de Residuos Peligrosos.</li><li>- Título Quinto, Capítulo I, Artículo 42. Contratación de Prestadores de servicios para el transporte y disposición final de residuos.</li><li>- Título Quinto, Capítulo I, Artículo 43. Aviso como generador de residuos.</li><li>- Título Quinto, Capítulo I, Artículo 44. Clasificación de generadores de Residuos.</li><li>- Título Quinto, Capítulo I, Artículo 46. Obligaciones de los grandes generadores.</li><li>- Título Quinto, Capítulo I, Artículo 47 y 48. Obligaciones de micro y pequeños generadores de residuos peligrosos.</li><li>- Título Quinto, Capítulo I, Artículo 49. Facultades de la Secretaría para el manejo de residuos peligrosos.</li></ul>	<p>Como parte de la responsabilidad de la Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V., se encuentra el manejo integral de los Residuos Peligrosos, para lo cual se apegara estrictamente a lo establecido en los términos de manejo de la LGPGIR. Así mismo tendrá la facultad de contratar empresas debidamente autorizadas para el manejo y la disposición final de Residuos Peligrosos, y deberá identificar y clasificar los recipientes para el almacenamiento de residuos generados, con estricto apego a las disposiciones establecidas en la presente Ley, así mismo, durante la operación del Gasoducto principal, deberá dar aviso a la autoridad competente según sea su clasificación como generador de Residuos y tendrá la obligación de llevar una bitácora para el control en la generación de dichos residuos. Todo lo anterior, se realizará con estricto apego a lo establecido en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos en sus artículos 40 al 49.</p>



<p><b>Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Título Cuarto, Capítulo II, Artículo 46 (Fracción I a la IV). Obligaciones de los micro y pequeños generadores de Residuos Peligrosos.</li> <li>- Título Cuarto, Capítulo IV, Artículo 71, Sección I. Control en la generación de los Residuos Peligrosos.</li> <li>- Título Cuarto, Capítulo IV, Sección I, Artículo 82 y 83. Almacenamiento temporal de los residuos peligrosos.</li> </ul>	<p>Deberá identificar y clasificar todos los residuos que se generan en las actividades de mantenimiento, además de manejarlos íntegramente tratando de evitar que éstos se mezclen con Residuos Sólidos Urbanos, para ello, deberá de envasarlos en recipientes cuyas dimensiones y características sean las adecuadas para tal fin; dichos recipientes deberán ser rotulados con el nombre del residuo que contengan y las características de peligrosidad de los mismos. Aunado a lo anterior, con el objeto de llevar un eficiente control en la generación de residuos peligrosos, se tiene contemplado la elaboración y puesta en práctica de una bitácora para el registro de los residuos generados, misma que deberá contemplar los requisitos incluidos en el Artículo 71 del presente reglamento. Cabe mencionar que las áreas para el almacenamiento temporal de residuos peligrosos, que se designen fuera del derecho de vía del Gasoducto principal, deberán contar con las especificaciones de diseño y construcción para prevenir la contaminación del suelo y subsuelo, en todo momento.</p>
--	--

<b>RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS Y DE MANEJO ESPECIAL</b>	
<b>Normatividad Aplicable</b>	<b>Concordancia y cumplimiento de las Normas aplicables</b>



<p><b>Ley de Residuos Sólidos para el Estado de Morelos.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Título Segundo. Capítulo I. Artículo 45. Clasificación de los Residuos Sólidos Urbanos (RSO).</li> <li>– Título Segundo. Capítulo I. Artículo 46, 47, 49 y 50. Obligaciones de los generadores de RSO.</li> <li>– Título Segundo. Capítulo II. Artículo 52 y 53. Separación de residuos sólidos.</li> <li>– Título Segundo. Capítulo III. Artículo 55 y 65. Manejo y disposición de residuos.</li> </ul>	<p>Durante las actividades a desarrollar en las etapas en que se divide el proyecto, se generarán residuos sólidos urbanos, por lo que la empresa deberá apegarse estrictamente a lo establecido en la presente Ley de Residuos, por lo que durante los trabajos de la obra civil, así como en la operación del gasoducto, se instalarán contenedores debidamente identificados para el almacenamiento temporal de los residuos sólidos urbanos, con el objeto de que el manejo de los mismos sea de acuerdo a lo que establece la normatividad, así mismo, dichos residuos serán entregados a prestadores de servicios autorizados para la recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos. Así mismo, se buscará el manejo integral de los residuos, para evitar que éstos se transfieran a zonas aledañas a las de trabajo, así como la mezcla de los RSO con residuos peligrosos, lo anterior conforme lo establece el Artículo 46 y 47, de la presente Ley. Durante cada una de las etapas del proyecto, se buscará la manera de minimizar la generación de residuos sólidos, mediante el uso eficiente de los mismos y aplicando técnicas de reciclaje, así como medidas para la separación íntegra de los residuos en orgánicos e inorgánicos. Cabe mencionar, que la empresa no solo estará delimitada por los artículos mencionados en este apartado, sino que se apegará estrictamente a cada una de las disposiciones establecidas en la Ley de Residuos Sólidos para el estado de Morelos, con el fin de que las actividades a realizar sean en cumplimiento satisfactorio de cada uno de los lineamientos normativos marcados en la normatividad estatal vigente.</p>
--	--

<b>RUIDO Y OTRAS FUENTES DE EMISIÓN</b>	
<b>Normatividad Aplicable</b>	<b>Concordancia y cumplimiento de las Normas aplicables</b>



<p><b>Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Título Cuarto, Capítulo VIII, Artículo 155, Prevención y Control de la Contaminación por Ruido.</li> </ul>	<p>Durante las actividades a realizar durante la etapa de preparación del sitio y construcción, se utilizará maquinaria pesada y equipos estacionarios generadores de ruido, por lo que la Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V., deberá apegarse estrictamente a lo establecido en las NOM's, respecto a los límites máximos permisibles para las emisiones de ruido, vibraciones, energía térmica y lumínica, así como atender las acciones correctivas necesarias para evitar efectos nocivos de dichos contaminantes al medio ambiente. Así mismo, la compañía estará disponible para ejecutar acciones que en algún momento puedan ser impuestas por las autoridades correspondientes, en caso de ser necesarias.</p>
<p><b>NOM-080-SEMARNAT-1994.</b> Establece los LMP de Emisión de Ruido Proveniente del Escape de los Vehículos Automotores, Motocicletas y Triciclos Motorizados en Circulación y su Método de Medición</p>	
<p><b>Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección del Ambiente del Estado de Morelos.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Título Séptimo, Capítulo VI, Artículo 156, 157 y 159. Contaminación por Ruido.</li> <li>– Título Séptimo, Capítulo VII, Artículo 160. Contaminación visual y protección al paisaje.</li> </ul>	

RIESGO AMBIENTAL Y ENERGÍA	
Normatividad Aplicable	Concordancia y cumplimiento de las Normas aplicables



<b>NOM-003-SECRE-2002.</b> Distribución de Gas Natural y Gas Licuado de petróleo por ductos.	Como distribuidora y transportadora de gas natural por ductos, la empresa está directamente regulada por estas normas, en cuanto al diseño, operación y mantenimiento de los ductos. La empresa deberá contar con los dictámenes de verificación tanto de su construcción, como los dictámenes anuales de operación y mantenimiento por una Unidad de Verificación acreditada, a fin de garantizar la integridad y operabilidad del sistema.
<b>NOM-007-SECRE-2010.</b> Transporte de gas Natural.	Establece las especificaciones técnicas y los requisitos mínimos de seguridad que deben cumplir los sistemas de transporte de gas natural por medio de ductos.
<b>NOM-129-SEMARNAT-2006.</b> Redes de distribución de gas natural	Establece las especificaciones de protección ambiental para la preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento y abandono de redes de distribución de gas natural que se pretendan ubicar en áreas urbanas, suburbanas e industriales, de equipamiento urbano o de servicios.
<b>NOM-005-STPS-1998.</b> Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas.	La empresa deberá cumplir con esta norma en cuanto al manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas inflamables.
<b>NOM-018-STPS-2000.</b> Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo.	Dentro de las instalaciones de la City Gate, la empresa realizará la identificación de los ductos que transporten gas natural, así como aquellos que pudieran contener mercaptanos conforme a la mencionada norma.
<b>NOM-022-STPS-2008.</b> Electricidad estática en los centros de trabajo - condiciones de seguridad e higiene.	La empresa se apegará a las condiciones de seguridad indicadas en esta norma en cuanto a electricidad estática para instalaciones donde se manejan sustancias químicas inflamables a fin de evitar riesgos de incendio y explosión por este tipo de electricidad.

### **NORMAS DE PEMEX**

Se retoman los términos constructivos señalados en las Normas de PEMEX a fin de reforzar los procesos que garanticen la estabilidad de las instalaciones y disminuir los riesgos.





- Norma de Tubería K-101 “Especificaciones de Tuberías usadas en Instalaciones de PEMEX Gas y Petroquímica Básica”. 7a Edición, 2003.
- NRF-004-PEMEX-2003 “Protección con recubrimientos anticorrosivos a instalaciones superficiales de ductos”.
- NRF-10-PEMEX-2004 “Espaciamientos Mínimos y Criterios para la Distribución de Instalaciones Industriales en centros de Trabajo de Petróleos Mexicanos y Organismos subsidiarios”.
- NRF-020-PEMEX-2005 “Calificación y Certificación de Soldadores y Soldadura”.
- NRF-026-PEMEX-2008 “Protección con recubrimientos Anticorrosivos para Tuberías Enterradas y/o sumergidas”.
- NRF-030-PEMEX-2006 “Diseño, Construcción, Inspección y Mantenimiento de Ductos terrestres para Transporte y Recolección de Hidrocarburos”.
- NFR-47-PEMEX-2007 “Diseño, instalación y mantenimiento de los sistemas de protección catódica”.
- NFR-53-PEMEX-2006 “Sistemas de Protección Anticorrosiva A Base de Recubrimientos para Instalaciones Superficiales”.
- Regulación técnica específica sobre instalaciones, como la norma oficial mexicana NOM-027-SESH-2010, Administración de la integridad de ductos de recolección y transporte de hidrocarburos.

❖ **Ordenamientos aplicables inherentes al sector energético.**

***Programa Sectorial de Energía 2007-2012.***

El Programa Sectorial de Energía 2007-2012 fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 21 de febrero de 2008; en él se establece como objetivo el fomentar el aprovechamiento de fuentes renovables de energía y biocombustibles técnica, económica, ambiental y socialmente viables.

El sector energético se considera un elemento fundamental para el desarrollo del país al contribuir en un mayor bienestar de la población, a la realización de las actividades productivas, al crecimiento económico y a la competitividad del país en el escenario internacional. En este sentido el Proyecto se constituye como un elemento que se adhiere a dichos postulados, ya que contribuye al desarrollo del país.

Como todos los Programas que se derivan del PND 2007-2012, El Programa Sectorial de Energía 2007-2012 (PSE) fue elaborado con base en los lineamientos planteados por éste y de manera sectorial, establece los compromisos, estrategias y líneas de acción del Gobierno Federal en materia energética.

En el rubro ambiental, la utilización de gas natural como insumo para los procesos de transformación, contribuye a mejorar la calidad del aire, a la conservación de los recursos naturales y a la reducción de Gases de efecto Invernadero (GEI), cuya contribución repercute a nivel Global en el cambio climático, lo anterior si se consideran y comparan los efectos por la utilización de otros hidrocarburos fósiles como el Petróleo y el Carbón.

En el PSE se plantean objetivos que involucran dos variables relativas a los energéticos en el país, por un lado se detallan los aspectos del petróleo y sus derivados y por otro, los relativos a la electricidad;



siendo el primero el que resulta definitorio para la viabilidad del Proyecto y en consecuencia se puntualizan los términos que delimitan el potencial para el mismo.

El PSE define que la política a seguir pretende asegurar el suministro de los energéticos necesarios para el desarrollo del país promoviendo el uso racional de la energía y la diversificación de las fuentes primarias, además de mitigar el impacto ambiental.

Los planteamientos que respaldan la visión anterior y que requiere reconocer la contribución del gas natural como energético para el desarrollo nacional, se traducen en los siguientes objetivos y estrategias, mismos que compatibilizan con la vocación del Proyecto:

## I Sector Hidrocarburos

### Objetivo I.1.

#### Garantizar la seguridad energética del país en materia de hidrocarburos.

Los hidrocarburos representan un sector estratégico en la economía, debido a su importancia como insumo en la mayoría de los procesos productivos, así como por ser una fuente importante de ingresos públicos y divisas para el país.

En la medida que se logre generar una mayor sinergia dentro de este sector, las inversiones y recursos destinados a infraestructura y capital humano, permitirán contribuir, de manera significativa, a alcanzar las metas en materia de crecimiento económico planteadas por el Gobierno Federal en el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012, así como a mejorar la regulación del sector público.

Los indicadores que permiten visualizar el cumplimiento de este Objetivo se aprecian en la Tabla siguiente:

Indicadores del Objetivo I.1.				
Nombre del indicador	Unidad de medida	Línea Base (2006)	Meta 2012* Base	Meta 2012** Sobresaliente
Tasa de restitución de reservas probadas (1P)	Porcentaje	41	51	100
Aprovechamiento de gas natural	Porcentaje de extracción de gas natural	95	97	98
Importación de gasolina 1/	Porcentaje de importación del consumo total	38	40	40
Días de autonomía en terminales de almacenamiento críticas: a) Gasolinas b) Diesel	Días de consumo	a) 2.1. b) 2.8	a) 4.0. b) 4.0	a) 4.0. b) 4.0

1/ En la importación de gasolina se considera el retorno de procesamiento de crudo en el exterior (maquila)

\* Corresponde al escenario Base del Programa Nacional de Infraestructura 2007-2012, el cual supone que la actividad exploratoria se mantiene en un nivel de actividad mínimo indispensable durante los primeros años, aumentando gradualmente a partir del 2013. No se considera actividad exploratoria en aguas profundas en este periodo.

\*\* Corresponde al escenario sobresaliente del Programa Nacional de Infraestructura 2007-2012, el cual supone que se realizan cambios al marco normativo que permiten detonar importantes niveles de inversión.

### Objetivo I.3



### **Elevar la exploración, producción y transformación de hidrocarburos de manera sustentable.**

Fomentar el desarrollo de la infraestructura necesaria para la producción, transporte, almacenamiento y distribución de crudo, gas natural, petrolíferos y petroquímicos.

Las inversiones asociadas al desarrollo de la infraestructura en materia de hidrocarburos permitirán **detonar polos de desarrollo económico y completar cadenas productivas**, que serán motor del crecimiento económico y de generación de empleos. Asimismo, el impulso a la creación de infraestructura en el territorio nacional ayudará, de manera significativa, a mejorar la competitividad de nuestro país.

En la tabla siguiente, se aprecian los indicadores que permiten visualizar el cumplimiento de este Objetivo:

<b>Indicadores del Objetivo I.3.</b>				
<b>Nombre del indicador</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Línea Base (2006)</b>	<b>Meta 2012* Base</b>	<b>Meta 2012** Sobresaliente</b>
Producción de petróleo crudo	Millones de barriles diarios	3.3	Mayor a 2.5	3.2
Producción de gas natural	Miles de millones de pies cúbicos diarios	5.4	5.0	7.0

Notas:

\* Corresponde al escenario Base del Programa Nacional de Infraestructura 2007-2012, el cual supone que la actividad exploratoria se mantiene en un nivel de actividad mínimo indispensable durante los primeros años, aumentando gradualmente a partir del 2013. No se considera actividad exploratoria en aguas profundas en este periodo.

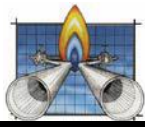
\*\* Corresponde al escenario sobresaliente del Programa Nacional de Infraestructura 2007-2012, el cual supone que se realizan cambios al marco normativo que permiten detonar importantes niveles de inversión.

**Estrategia I.3.5.-** Fomentar la participación de la inversión complementaria en los proyectos de infraestructura energética para el transporte, almacenamiento y distribución de gas natural, con base en el marco jurídico y los análisis de rentabilidad de los proyectos.

Líneas de acción.

- Impulsar el desarrollo de la infraestructura de procesamiento de gas natural para tener capacidad suficiente para aprovechar, de manera rentable, la producción del gas asociado y no asociado, así como sus productos.
- Construir nuevas estaciones de compresión y gasoductos, a través de los esquemas de inversión establecidos en el marco legal, para dar respaldo operativo y flexibilidad al Sistema Nacional de Gasoductos.
- Fomentar la instalación de sistemas de transporte de gas natural, por parte de particulares, para suministrar el hidrocarburo a nuevas zonas consumidoras en las principales ciudades y polos industriales del país, así como en las áreas con mayor saturación en sus sistemas de ductos, a través de nuevos esquemas de desarrollo.
- Impulsar la instalación de almacenamiento subterráneo de gas natural que permita dar flexibilidad a los sistemas de transporte y optimizar las condiciones de suministro.

## **IV. Medio Ambiente y Cambio Climático**



## Objetivo IV.1

### Mitigar el incremento en las emisiones de Gases Efecto Invernadero.

El sector energético es responsable de una parte importante del crecimiento económico y también de gran parte de la emisión de los gases de efecto invernadero (GEI) que ocasionan el cambio climático. Por ello, es indispensable llevar a cabo acciones que desacoplen el crecimiento económico de la generación de GEI, mediante procesos de producción y patrones en el uso de la energía más eficientes, así como menos dependientes de los combustibles fósiles.

**Estrategia IV.1.1.-** Reducir las emisiones de GEI a la atmósfera, mediante patrones de generación y consumo de energía cada vez más eficientes y que dependan menos de la quema de combustibles fósiles.

Líneas de acción.

- Promover la utilización de combustibles que dañen en menor medida al medio ambiente y la salud pública, en la industria, el sector público, el transporte y el sector doméstico.

### ***Estrategia Nacional de Energía 2011-2025.***

La Estrategia Nacional de Energía 2011-2025 fue enviada el 25 de febrero de 2011 al H. Congreso de la Unión para su ratificación.

En 2010 se presentó por primera ocasión la Estrategia Nacional de Energía (ENE) como parte de la Reforma Energética aprobada en 2008<sup>1</sup>, y que cada año se tiene que presentar en un marco de transparencia y certidumbre para la toma de decisiones que se requiere. En la **Figura IV.12.**, se destacan los estudios Prospectivos de los diversos subsectores considerados en la ENE, lo que refuerza la postura del análisis integral que conlleva.

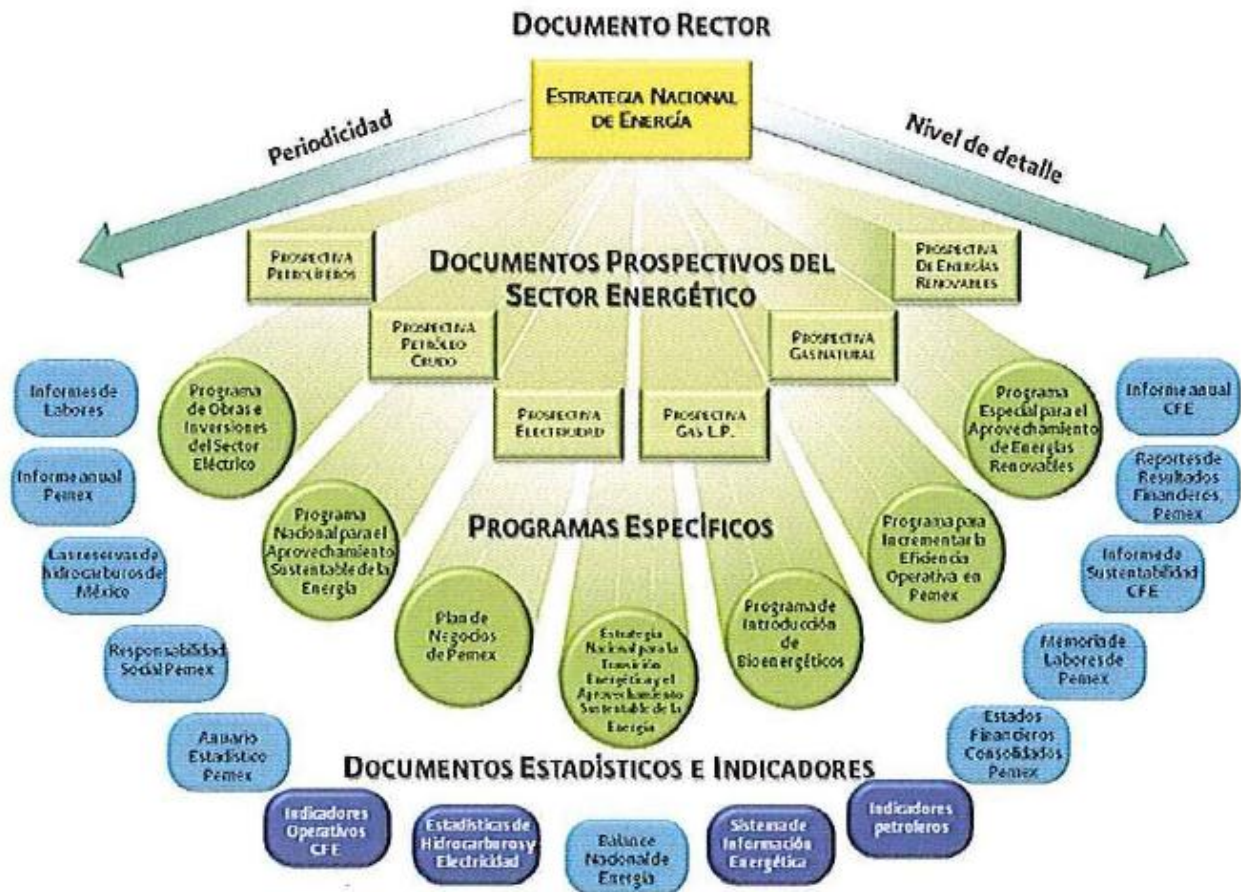
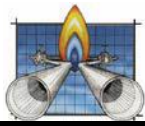


Figura III.12. Sistema Integral de Planeación que se presenta en la Estrategia Nacional de Energía 2011-2025.

La ENE se estructura bajo tres Ejes Rectores a través de los cuales establece objetivos, líneas de acción y metas de largo plazo.

Los ejes rectores que configuran a la ENE son los siguientes:

1. **Seguridad Energética.** Se entiende como la satisfacción de las necesidades energéticas básicas de la población presente y futura, al tiempo que diversifica la disponibilidad y uso de energéticos, asegurando la infraestructura para un suministro suficiente, de alta calidad y a precios competitivos de los mismos.
2. **Eficiencia Económica y Productiva.** Se entiende como la posibilidad de que el sector sea capaz de proveer la energía demandada por el país al menor costo posible, mediante una oferta suficiente, continua, de alta calidad y a precios competitivos, aprovechando de manera eficiente los recursos energéticos del país.
3. **Sustentabilidad Ambiental.** Se entiende como la reducción progresiva de los impactos ambientales asociados a la producción y consumo de energía, haciendo uso racional del recurso hídrico y de suelos en el sector energético y realizando acciones para remediar y evitar los impactos ambientales en zonas afectadas por las actividades relacionadas con la producción y consumo de energéticos.





El Proyecto compatibiliza con los preceptos de los tres ejes rectores ya que sus propiedades garantizan la disponibilidad de energía a mediano y largo plazo en un marco que permite el pleno desarrollo de las actividades que se desarrollan en las Plantas Industriales y con la incidencia de reducir sustancialmente las emisiones contaminantes al ambiente por la sustitución de su fuente energética a gas natural.

Los objetivos planteados en la ENE son los siguientes:

1. Restituir reservas, revertir la declinación de la producción de crudo y mantener la producción de gas natural.
2. Diversificar las fuentes de energía, incrementando la participación de tecnologías limpias.
3. Incrementar los niveles de eficiencia en el consumo de energía.
- 4. Reducir el impacto ambiental del sector energético.**
- 5. Operar de forma eficiente, confiable y segura la infraestructura energética.**
- 6. Ejecutar oportunamente las inversiones necesarias en capacidad de procesamiento para reducir el costo de suministro de energéticos.**
- 7. Fortalecer la red de transporte, almacenamiento y distribución de gas y petrolíferos.**
8. Proveer de energéticos de calidad y a precios competitivos a los centros de población marginados del país.

A continuación se presentan las líneas de acción definidas en esta ENE y que resultan conciliatorias con la fundamentación del Proyecto y que de manera enunciativa coinciden con los objetivos 4, 5, 6 y 7 que a continuación se desglosan.

#### **Objetivo 4: Reducir el impacto ambiental del sector energético**

##### **Líneas de acción:**

- 4.2. Reducir impactos ambiental de emisiones de contaminantes, uso de recursos naturales u disposición de residuos.**
- 4.3. Incrementar y mantener el aprovechamiento de gas.**

#### **Objetivo 5: Operar de forma eficiente, confiable y segura la infraestructura energética.**

##### **Sublíneas de acción:**

- Instrumentar estándares homogéneos de operación de ductos de acuerdo con las mejores prácticas;
- Continuar con el desarrollo de proyectos de inversión en infraestructura y mantenimiento adoptando las mejores prácticas.

#### **Objetivo 6: Ejecutar oportunamente las inversiones necesarias en capacidad de procesamiento para reducir el costo de suministro de energéticos.**

##### **Líneas de acción:**

- 6.3. Aprovechar mercados internacionales de materias primas y energéticos para optimizar el sistema de producción, y capturar oportunidades comerciales.**



**Sublíneas de acción:**

- Desarrollar puntos adicionales de interconexión para gas natural, gas LP y electricidad;

**Objetivo 7: Fortalecer la red de transporte, almacenamiento y distribución de gas y petrolíferos.**

**7.1. Fortalecer la infraestructura de transporte de gas natural y gas LP.**

**Sublíneas de acción:**

- Continuar con el proceso de separación de la venta de primera mano del gas natural de los servicios de transporte que presta Petróleos Mexicanos a fin de garantizar la reserva de capacidad en los gasoductos nuevos y existentes;
- Concluir el proceso de acceso abierto en el Sistema Nacional de Gasoductos, y

**7.2. Desarrollar la infraestructura de almacenamiento y distribución de gas natural y gas LP para fortalecer el suministro y mitigar la volatilidad de precios.**

**Sublíneas de acción:**

- Reconocer el valor del almacenamiento para la seguridad energética y reflejarlo, de manera gradual, en las tarifas de gas natural, e
- Instrumentar el **acceso abierto en infraestructura de almacenamiento de gas natural** y gas LP.

**7.3. Promover el desarrollo de nueva infraestructura de transporte, almacenamiento y distribución de gas natural con base en la viabilidad económica y el beneficio social.**

**Sublíneas de acción:**

- Desarrollar metodologías que permitan al Fondo Nacional de Infraestructura apoyar el desarrollo del transporte y la distribución de gas natural para el fomento de polos de desarrollo industrial;
- Impulsar la creación de esquemas financieros para el desarrollo de infraestructura;
- Valorar alternativas, instrumentables dentro del marco regulatorio, que propicien que las zonas geográficas que ya cuentan con el servicio puedan incrementar el conjunto de usuarios,

**7.4. Contar con un sistema de transporte, distribución y almacenamiento de energéticos eficiente y flexible para asegurar el suministro al menor costo posible.**

**Sublíneas de acción:**

Promover la inversión eficiente en infraestructura de transporte, almacenamiento y distribución de energéticos, Como parte del ejercicio de planeación para el largo plazo, la Estrategia Nacional de Energía define una serie de metas asociadas a cada uno de los Ejes Rectores, entre los Indicadores para soportar la Sustentabilidad Ambiental se menciona el Aprovechamiento de gas natural, por lo que se puede afirmar que el Proyecto contribuye en la aportación de la sustentabilidad nacional en materia ambiental.



***Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2007-2012.***

El Programa de Medio Ambiente fue publicado en el DOF el 21 de enero de 2008. Los objetivos, estrategias y metas de este Programa, se inscriben en el Objetivo Nacional 8 del PND, que es “Asegurar la sustentabilidad ambiental mediante la participación responsable de los mexicanos en el cuidado, la protección, la preservación y el aprovechamiento racional de la riqueza natural del país, logrando así afianzar el desarrollo económico y social sin comprometer el patrimonio natural y la calidad de vida de las generaciones futuras”.

El Programa dedica una sección específica a la transversalidad de las políticas públicas para el desarrollo sustentable e integración territorial, en la cual se reconoce que todas las acciones de gobierno deben “diseñarse e implementarse tomando en cuenta la relación intrínseca entre los factores de cuidado del medio ambiente y el aprovechamiento sustentable de los recursos, los económicos y los sociales”

En el Programa Sectorial del Medio Ambiente se abordan varios temas de carácter preventivo para el mejoramiento ambiental, como el de la Prevención y Control de la Contaminación y el de la Participación Ciudadana y Transparencia.

En el tema de Participación Ciudadana y Transparencia, se formula el Objetivo sectorial 9 para establecer una participación incluyente, equitativa, diferenciada, corresponsable y efectiva de todos los sectores de la sociedad, y en todos los órdenes de gobierno, en la formulación de políticas y la adopción de compromisos conjuntos que contribuyan al desarrollo sustentable de nuestro país; La Estrategia 1.

Derechos humanos y medio ambiente propone entre otras la siguiente línea de acción que resulta compatible con la naturaleza del Proyecto:

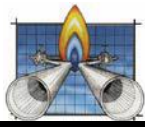
- Conjuntar esfuerzos con la sociedad civil para fomentar acciones que favorezcan el derecho de los seres humanos a vivir en un medio ambiente sano.

***Programa Nacional de Infraestructura 2007-2012.***

El Programa Nacional de Infraestructura 2007-2012 establece los objetivos, las metas y las acciones que serán impulsadas por el gobierno federal para aumentar la cobertura, calidad y competitividad en la infraestructura para el desarrollo nacional, por lo que define acciones con una visión integral y de largo plazo.

Entre las metas por lograr al 2012, se consideran en materia de Hidrocarburos y Gas los siguientes:

- Mantener la producción de gas natural en alrededor de 5 mil millones de pies cúbicos diarios.
- Aumentar la capacidad de procesamiento y transporte de gas natural.
- Terminal de almacenamiento y regasificación de gas natural licuado. Adquisición, por parte de CFE, de los servicios de almacenamiento y regasificación de gas natural licuado y entrega de gas natural de 500 mmpcd.



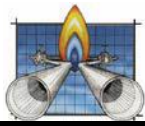
## **CONCLUSIONES.**

La construcción del gasoducto, objeto del presente estudio, no vulnera las disposiciones definidas en los Instrumentos de Planeación vigente, por lo que resulta factible su implementación al considerar que los usos colindantes resultan compatibles por representar actividades agropecuarias que no generan concentraciones humanas ni atraen instalaciones de vivienda, comercios o servicios.

El Proyecto se ajusta a todos y cada uno de los ordenamientos mencionados; su realización no se contrapone a las disposiciones jurídicas, ni mucho menos a las disposiciones del uso de suelo decretadas por el estado de Morelos, así como en los municipios en el que queda inserto el proyecto; por lo que se considera que la realización del proyecto es viable.

Por otra parte, cabe destacar que el predio donde se desarrolla el proyecto, no se encuentra dentro de ningún Área Natural Protegida de carácter federal, estatal y/o municipal. Asimismo, el proyecto fue elaborado de acuerdo con las políticas de protección del medio ambiente afectando de manera mínima los recursos naturales y, cumpliendo con la distribución de gas natural, para uso de un combustible limpio; lo cual conlleva a la generación de empleos temporales y permanentes en sus diferentes etapas, apoyando al desarrollo económico de la población en la región.

Finalmente, es imperante resaltar que el desarrollo del contenido del presente capítulo, servirá de base para la presentación de medidas de prevención, mitigación y/o compensación de los impactos identificados durante las etapas de Preparación del Sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento.



## V. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTE.

### V.1 Indicar las bases de diseño y normas utilizadas para la construcción del ducto, así como los procedimientos de certificación de materiales empleados, los límites de tolerancia a la corrosión, recubrimientos a emplear y bases de diseño y ubicación de válvulas de seccionamiento, venteo y control.

Considerando que las instalaciones de transporte de Gas Natural están regidas por normas, códigos y estándares; la fase de diseño contempla aspectos necesarios para dar seguridad física al Gasoducto principal de transporte conformado por diámetros de 12", 10", 8" y 6"Ø, así como a sus instalaciones tanto de operación como de control.

El diseño de la red de tuberías e instrumentación se encuentra de acuerdo a lo especificado en el código **ASME B 31.8** - Edición 2007 "Sistemas de Transmisión y Distribución de Gas por Tuberías", el cual es un estándar internacional establecido por la industria de los Estados Unidos de América (EUA).

Aunado a lo anterior el sistema de transporte de Gas Natural está diseñado y será construido con estricto apego a la **NOM-007-SECRE-2010** "Transporte de Gas Natural", principal regulación aplicada en el desarrollo de una red de transporte de hidrocarburos. Cabe mencionar, que para dar cumplimiento a dicha norma, Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V., deberá ser auditada por una Unidad de Verificación en Gas Natural, misma que evaluará las condiciones de operación de la red de transporte y estaciones de regulación, para dar cumplimiento a las normas establecidas por la Comisión Reguladora de Energía.

El diseño bajo el cual será construida la red para transporte de Gas Natural; así como las estaciones de regulación de la Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V., involucra los siguientes aspectos:

#### 1. Cargas estáticas a las que esté sometida la tubería.

Se considera la no afectación por cargas externas originadas por suelos inestables, vibraciones mecánicas o sónicas y adición de pesos adicionales a la tubería, como lo son estructuras y edificaciones, principalmente.

#### 2. Cargas dinámicas que afectan a la red.

Se consideran a aquellos cruces especiales por donde pasará el Gasoducto principal, tales como: cruces carreteros, caminos rurales, cuerpos de agua, arroyos y cruces pluviales, los cuales no se verán afectados ni tampoco representarán un riesgo para la integridad física del gasoducto.

#### 3. Presión a que están sujetas las tuberías.

El cálculo del espesor necesario para soportar la presión de operación de la red, fue determinado con la fórmula de Barlow, utilizando factores para la clase de localización 4, en el caso de tuberías metálicas.

#### 4. Corrosión.

La tubería que brindará la alimentación de Gas Natural a las Estaciones de Regulación y Medición ubicadas en las instalaciones de los socios SAINT GOBAIN, CONTINENTAL, INGENIO, BURLINGTON, BUKMAN, NISSAN, DR. REDDYS, UQUIFA, BAXTER, UNILEVER, IMSS, GRUPAK y BRIDGESTONE estará cumpliendo con los requisitos de seguridad y operación establecidos en la **NOM-007-SECRE-2010** Apéndice 1, "Control de la corrosión externa en tuberías de acero enterradas y/o sumergidas".





## 5. Esfuerzos debidos a afectaciones exteriores.

Estos factores están considerados por Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V., en los procedimientos de diseño utilizados empresa en los ductos de la red de transporte.

Además de lo indicado anteriormente, en el diseño de la construcción de la tubería, fueron considerados factores, tales como expansión y contracción térmica de la tubería, vibración, fatiga, cruzamientos y condiciones de cargas especiales, sismos y efectos provocados por los cambios de estación, lluvias, inundaciones y deslaves, principalmente.

Así mismo, los materiales utilizados en este proyecto, cumplen con las siguientes especificaciones:

- Tubería de acero bajo la especificación **API 5L**,
- Tubería utilizada dentro de las estaciones: **API 5L ó ASTM A53**,
- Válvulas de bloqueo y de operación: **API 6D** y partes 192 y 193 del **DOT 49**,
- Bridas y conexiones: **ASME B16.6 y B16.9**,
- Tubos de polietileno para la conducción de Gas Natural y Gas L.P: **NMX-E-043-SCFI-2002**.

La tubería metálica de la red y sus estaciones cumplen con los requisitos de la **NOM-007-SECRE-2010**, así mismo concuerda con los estándares **ASME-B 31.8 2007** y **DOT 49 CFR** en su parte 192.

Las instalaciones como casetas de regulación y medición del sistema de transporte estarán debidamente resguardadas de agentes externos, mediante bardas perimetrales y/o cercas metálicas con acceso restringido, permitiendo la entrada sólo al personal de la empresa.

### V.1.1 Especificaciones Técnicas, memoria descriptiva y de cálculo de la CITY GATE Morelos.

#### *Filosofía de operación.*

Una Estación de Regulación y Medición (CITY GATE), es una instalación que tiene la función de filtrar el gas; así como reducir y regular la presión, manteniéndola constante en la salida de la Estación de Regulación y Medición (ERM), dentro de los límites previamente determinados, independientemente de la presión de entrada y del caudal.

Las funciones principales de la Estación de Regulación y Medición (ERM), son:

- Recepción confiable y segura del gas proveniente del gasoducto de alimentación,
- Acondicionamiento del gas, eliminando impurezas que pudieran afectar la correcta operación de los diferentes equipos y sistemas que lo manejan,
- Regulación de la presión del gas, logrando mantener un valor fijo a la salida de la ERM, necesario para el uso del combustible,
- Medición del caudal de gas consumido, lo anterior, para fines de facturación; así como para cumplir con la precisión requerida.

#### **Elementos de la Estación de Regulación y Medición, CITY GATE Morelos.**

La CITY GATE Morelos, cuenta con los siguientes elementos:

#### Filtros Coalescedores.

Los filtros disponen de un indicador de presión diferencial conectado entre la entrada y salida de los mismos, que dan la señal para verificar cuando el cartucho que compone el filtro se satura (condición de



operación). Así mismo, disponen de una línea de venteo a través de una tubería de 3/4" con válvulas de globo normalmente cerradas.

El gas entra a estos filtros donde alcanza un nivel de filtración del 99,99%.

#### Válvulas de corte Automático.

En la entrada de cada tren de regulación de Gas Natural a la CITY GATE Morelos, se va a instalar una válvula de corte, para proteger las instalaciones en casos de siniestros o eventos fuera de operación, que requieran de un corte en el suministro de Gas Natural, las válvulas de referencia actuarán bajo las siguientes condiciones:

- Cierre automático, en caso de una despresurización en el sistema corriente abajo de la estación,
- Cierre automático, en caso de que la presión del gas se eleve, en la salida de la CITY GATE, previniendo condiciones inseguras de operación en el sistema.

### **Descripción de la estación de regulación y medición CITY GATE Morelos.**

#### **Entrada a la CITY GATE Morelos.**

Inicia con una brida de 6"Ø en ANSI 600 tipo RF a la cual se suelda en posición vertical una Junta Aislante Monoblock de 6"Ø en ANSI 600, aguas abajo de la junta se coloca un codo de 90° X 6"Ø en cédula 80 de acero al carbón, posteriormente se coloca un carrete de tubería de 6" de acero al carbón en cédula 80, después se tiene en posición horizontal y por uno de sus extremos rectos laterales una Tee de 6"Ø en cédula 80 de acero al carbón a la que la llamaremos **Tee 1**, por el extremo centro de la Tee 1 se deriva el Tren de filtración 2, el cual se describirá más adelante.

#### **Tren de filtración No. 1.**

Por el extremo recto restante de la Tee 1 se tiene el Tren de filtración 1, que está conformado como se describe a continuación:

Inmediatamente después de la Tee 1 se tiene una brida tipo RF de 6"Ø en ANSI 600 de cuello soldable, posteriormente se tiene una válvula de esfera de paso completo de 6"Ø en ANSI 600, aguas abajo de la válvula anterior se coloca un filtro coalescente con entrada bridada tipo RF de 6"Ø en ANSI 600, y salida bridada tipo RF de 6"Ø en ANSI 600, seguido por una brida de 6"Ø en ANSI 600 posteriormente se instala un codo de 90° X 6"Ø en cédula 80 de acero al carbón seguido por la instalación de un carrete en posición vertical hasta llegar a otro codo de 90° X 6"Ø en cédula 80 de acero al carbón, seguido por una brida de 6"Ø en ANSI 600, posteriormente se tiene una válvula de esfera de paso completo de 6"Ø en ANSI 600, aguas abajo de la válvula anterior se coloca una brida tipo RF de 6"Ø en ANSI 600 de cuello soldable, la cual se une al extremo recto de una Tee de 6"Ø en cédula 80 de acero al carbón a la cual llamaremos **Tee 2** que por su extremo recto restante se deriva el tren de medición, por el extremo central de la **Tee 2** se deriva un carrete de tubería de 6"Ø en cédula 80 de acero al carbón, hasta llegar al extremo central de otra Tee de 6"Ø en cédula 80 de acero al carbón a la cual llamaremos **Tee 4**; inmediato al extremo lateral de la Tee 4 se tiene una brida tipo RF de 6"Ø, seguida de una válvula de esfera de paso completo de 6"Ø en ANSI 600, seguida de una brida ciega tipo RF de 6"Ø en ANSI 600; existe un espacio para un carrete de tubería de medición (BY-PASS) de 6"Ø con sus bridas tipo RF de 6"Ø ANSI 600 a los extremos, y se instalara en caso de ser necesario por cambio o mantenimiento al tubo de medición, cabe mencionar que antes de hacer cualquier cambio o instalación de este carrete se avisara y se solicitará permiso al proveedor de gas natural (ELECENOR).



### Tren de Filtración No. 2.

Retornando al extremo central de la **Tee 1** se instala un carrete de tubería de 6"Ø en cédula 80 de acero al carbón, en el cual se instala un inserto de 1/2"Ø para poder instalar un manómetro y poder monitorear la presión de entrada antes de los filtros coalescentes, continuando hasta llegar al extremo lateral de otra Tee de 6"Ø en cédula 80 de acero al carbón a la cual llamaremos **Tee 3**, por su otro extremo recto lateral se coloca un tapón de acero de 6"Ø en cédula 80 de acero al carbón, y por su extremo centro se deriva el **Tren de Filtración número 2**, que está conformado como se describe a continuación, inmediatamente después de la Tee 3 y por su extremo centro, se tiene una brida tipo RF de 6"Ø en ANSI 600 de cuello soldable, posteriormente se tiene una válvula de esfera de paso completo de 6"Ø en ANSI 600, aguas abajo de la válvula anterior se coloca un filtro coalescente con entrada bridada tipo RF de 6"Ø en ANSI 600, y salida bridada tipo RF de 6"Ø en ANSI 600, seguido por una brida de 6"Ø en ANSI 600 posteriormente se instala un codo de 90° X 6"Ø en cédula 80 de acero al carbón seguido por la instalación de un carrete en posición vertical hasta llegar a otro codo de 90° X 6"Ø en cédula 80 de acero al carbón, seguido por una brida de 6"Ø en ANSI 600, posteriormente se tiene una válvula de esfera de paso completo de 6"Ø en ANSI 600, aguas abajo de la válvula anterior se coloca una brida tipo RF de 6"Ø en ANSI 600 de cuello soldable, hasta llegar al extremo lateral restante de la **Tee 4** antes descrita, y por su extremo recto se deriva el By-Pass de Medición, ya descrito.

### Tren de Medición.

Regresando a la **Tee 2** y por el extremo lateral restante inmediatamente después, es donde inicia el **tren de medición**, que empieza con la instalación de una brida tipo RF de 6"Ø en ANSI 600 de cuello soldable, posteriormente se tiene una válvula de esfera de paso completo de 6"Ø en ANSI 600, aguas abajo de la válvula anterior se coloca una brida tipo RF de 6"Ø, inmediatamente después de la válvula antes mencionada se coloca un tubo de medición el cual inicia con un primer carrete de 6"Ø con bridas en sus extremos tipo RF de 6"Ø en ANSI 600 de cuello soldable, seguido de este carrete se instala un porta placa (FITTING DE MEDICIÓN) para así, continuar con la instalación de otro carrete de 6"Ø con bridas en sus extremos tipo RF de 6"Ø en ANSI 600 de cuello soldable, donde en dicho carrete se instala un transmisor de presión diferencial y otro de temperatura, los cuales estarán conectados a un computador electrónico de flujo, este último calculará el flujo que está pasando por la ERM, a la que le sigue una válvula de esfera de paso completo de 6"Ø en ANSI 600; aguas debajo de la válvula le sigue una brida soldable tipo RF de 6"Ø a la que se le suelda por su extremo lateral una Tee de 6"Ø en cédula 80 de acero al carbón a la cual llamaremos **Tee 5**, por su otro extremo lateral se coloca un tapón de 6"Ø en acero al carbón cédula 80, y por su extremo centro le sigue un carrete de 6" en acero al carbón cédula 80 y enseguida una Tee de 6"Ø en cédula 80 de acero al carbón a la cual llamaremos **Tee 6**, por el extremo central se une a una brida Tipo RF de 6"Ø de en ANSI 600, seguida de una válvula de esfera de paso completo de 6"Ø en ANSI 600 la cual por su otro extremo lleva una brida ciega Tipo RF de 6"Ø en ANSI 600, misma que podrá ser removida para usar el carrete (BY-PASS) en caso de ser necesario como se ha descrito anteriormente.

### Tren de Regulación No. 1.

Regresando al extremo recto restante de la Tee 6, le sigue un carrete de tubería de 6"Ø, en acero al carbón cédula 80, al cual le sigue una Tee de 6"Ø en cédula 80 de acero al carbón a la cual llamaremos **Tee 7**, por el extremo centro de esta se deriva hacia el Tren de Regulación número 2 que será descrito más adelante; por el extremo lateral restante de la Tee 7 se tiene el Tren de Regulación número 1 que se describe como sigue, inmediatamente después de la Tee 7 se conecta a un carrete de tubo de 6"Ø en acero al carbón cédula 80 en el cual se instala un inserto de 1/2"Ø para poder instalar un manómetro y poder monitorear la presión de entrada antes de los reguladores de presión, seguido del carrete lleva una Tee conectada por su extremo recto lateral la que denominaremos **Tee 8**, por el extremo lateral restante de esta, lleva un tapón de 6"Ø en acero al carbón cédula 80, y por el extremo central le sigue una brida Tipo RF de 6"Ø en ANSI 600 de cuello soldable a la que le sigue una válvula de esfera de



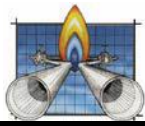
paso completo de 6"Ø en ANSI 600, seguida de una válvula de corte automático, DN 6"Ø ó 150 mm, bridada en ANSI 600 RF, posteriormente se coloca una brida tipo RF de 6"Ø en ANSI 600 seguida de una reducción de 6" X 4"Ø en cédula 80 de acero al carbón a la cual se le coloca una brida tipo RF de 4"Ø en ANSI 600 de cuello soldable, para así continuar con la instalación un regulador de presión Marca Mooney FG-41 con doble Piloto para instrumentar en Monitor – Trabajador (Working – Monitor) de 4"Ø en ANSI 600, posteriormente se coloca una brida tipo RF de 4"Ø en ANSI 600, aguas abajo de la brida se coloca una reducción de 6" X 4"Ø en cédula 80 seguido de un carrete de tubería de 6"Ø de acero al carbón cédula 80, al que le sigue otra reducción de 6"Ø en cédula 80 unida con otra brida tipo RF de 4"Ø en ANSI 600, aguas abajo de la brida se coloca el segundo regulador de presión Marca Mooney FG-41 con un Piloto que será el Trabajador (Working) de 4"Ø en ANSI 600, después del regulador se tiene una brida de 4"Ø en ANSI 600, posteriormente se suelda una reducción de 8" X 4"Ø, para aumentar el diámetro; luego se inserta un tramo de tubo de 8" Ø mayor a 8 DN de longitud de acero al carbón cédula 40 seguido de una brida Tipo RF de 8"Ø en ANSI 300, posteriormente se coloca una válvula de esfera de paso completo de 8"Ø en ANSI 300, después de la válvula anterior se coloca una brida tipo RF de 8"Ø en ANSI 300 de cuello soldable, aguas abajo de la brida se une a un codo de 90°X 8"Ø en acero al carbón cédula 40, mismo que se suelda a una Tee de 8"Ø cédula 40 por su extremo lateral en posición horizontal, la cual llamaremos **Tee 9**, misma que por su extremo lateral restante estará conectado el Tren de Regulación número 2,

### **Tren de Regulación No. 2.**

Retornando al extremo central de la **Tee 7** de 6"Ø se inicia el **Tren de regulación número 2**, que empieza con la instalación de una brida Tipo RF en ANSI 600 de cuello soldable, a la que le sigue una válvula de esfera de paso completo de 6"Ø en ANSI 600, seguida de una válvula de corte automático, DN 6"Ø ó 150 mm, bridada en ANSI 600 RF, posteriormente se coloca una brida tipo RF de 6"Ø en ANSI 600 seguida de una reducción de 6" X 4"Ø en cédula 80 de acero al carbón a la cual se le coloca una brida tipo RF de 4"Ø en ANSI 600 de cuello soldable, para así continuar con la instalación un regulador de presión Marca Mooney FG-41 de 4"Ø en ANSI 600, con doble Piloto para instrumentar en Monitor – Trabajador (Working – Monitor) de 4"Ø en ANSI 600, posteriormente se coloca una brida tipo RF de 4"Ø en ANSI 600, aguas abajo de la brida se coloca una reducción de 6" X 4"Ø en cédula 80 seguido de un carrete de tubería de 6"Ø de acero al carbón cédula 80, al que le sigue otra reducción de 6" X 4"Ø en cédula 80 unida con otra brida tipo RF de 4"Ø en ANSI 600, aguas abajo de la brida se coloca el segundo regulador de presión Marca Mooney FG-41 con un Piloto que será el Trabajador (Working) de 4"Ø en ANSI 600, después del regulador se tiene una brida de 4"Ø en ANSI 600, posteriormente se suelda una reducción de 8" X 4"Ø, para aumentar el diámetro; luego se inserta un tramo de tubo de 8"Ø mayor a 8 DN de longitud de acero al carbón cédula 40 seguido de una brida Tipo RF de 8"Ø en ANSI 300, posteriormente se coloca una válvula de esfera de paso completo de 8"Ø en ANSI 300, después de la válvula anterior se coloca una brida tipo RF de 8"Ø en ANSI 300 de cuello soldable, aguas abajo de la brida se une a un codo de 90°X 8"Ø en acero al carbón cédula 40, mismo que se suelda a una Tee de 8"Ø cédula 40 por su extremo lateral en posición horizontal, misma que se había denominado como **Tee 9**, y con la que se interconectan ambos trenes de regulación.

### **Válvula de Seguridad.**

Regresando a la **Tee 9**, por su extremo central se continua con una Tee de 8"Ø en acero al carbón cédula 40 a la que denominaremos **Tee 10**, por su extremo centro y en dirección hacia arriba, está última **Tee 10** tiene soldada una brida tipo RF de 8"Ø en ANSI 300 de cuello soldable, después se coloca una válvula de esfera de paso completo de 8"Ø en ANSI 300, aguas abajo de la válvula se coloca otra brida tipo RF de 8"Ø en ANSI 300 de cuello soldable, posteriormente se coloca un tramo de tubo de 8"Ø de acero al carbón cédula 40, seguida de otra brida tipo RF de 8"Ø en ANSI 300 de cuello soldable, posteriormente se coloca una válvula de seguridad Marca Mooney FG-73 de 8"Ø en ANSI 300, aguas abajo de la válvula de seguridad se coloca una brida tipo RF de 8"Ø en ANSI 300 de cuello



soldable, después se suelda un tramo de tubo de 8"Ø de acero al carbón en cédula 40 al que se une por su extremo central una Tee de 8"Ø en acero al carbón cédula 40 a la que le denominaremos **Tee 11**, misma a la que se le unen dos pequeños carretes de tubo de 8"Ø en acero al carbón cédula 40 para completar la línea de Desfogue de la válvula de seguridad citada.

#### Salida de la CITY GATE Morelos.

Retornando al extremo recto lateral restante de la **Tee 10** y con dirección a la salida se suelda un tramo de tubo de 8"Ø de acero al carbón en cédula 40 en el cual se dejan tres insertos, de los cuales el primero es para instalar un transmisor de presión que servirá para monitorear la presión de salida de la City Gate, y el segundo y el tercero son las tomas para conectar las señales del sistema de Odorización, posteriormente se coloca un codo de 90° X 8"Ø de acero al carbón en cédula 40, el cual por su extremo restante queda en posición horizontal, aguas abajo del codo anterior se instala una junta monoblock de 8"Ø cédula 40, seguida por una brida tipo RF de 8"Ø en ANSI 300 de cuello soldable la cual se conectará a la red principal de tubería de acero, propiedad de Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V.

**Ver Anexo 4** Diagrama de Tubería e Instrumentación (DTI) de la CITY GATE Morelos.

**Tabla V.1.2.1** Ubicación de las ERM y City Gate.

Instalación	Coordenadas	
	Latitud Norte	Longitud Oeste
City Gate Morelos	18° 46' 11,66"	98° 53' 33,56"
ERM IMSS	18° 55' 18,74"	99° 12' 20,65"
ERM GRUPAK	18° 54' 38,58"	99° 12' 50,84"
ERM BRIDGESTON	18° 56' 17,87"	99° 11' 25,44"
Estación de Regulación (ER)	18° 55' 01,52"	99° 11' 12,71"
ERM KOLORINES	18° 54' 58,23"	99° 11' 00,59"
ERM UQUIFA	18° 54' 49,99	99° 10' 00,54
ERM UNILEVER	18° 54' 56,78"	99° 10' 34,06"
Estación de Regulación (ER)	18° 55' 02,14"	99° 10' 33,48"
ERM BAXTER	18° 55' 23,57"	99° 10' 11,32"
ERM DR. REDDYS	18° 54' 19,85"	99° 10' 31,18"
ERM NISSAN	18° 54' 10,84"	99° 10' 26,70"
ERM BUKMAN	18° 53' 16,31"	99° 09' 50,98"
ERM INGENIO	18° 51' 21,89	98° 56' 33,26"
ERM BURLINGTON	18° 52' 00,64"	98° 52' 43,52"
ERM CONTINENTAL	18° 44' 57,08"	98° 54' 53,90"
ERM SAINT GOBAIN	18° 44' 37,54"	98° 55' 04,16"





**Memoria Descriptiva del sistema de Transporte de Morelos.**

Se inicia la trayectoria del gasoducto a la salida del City Gate en el cadenamiento 0+000 con tubería de 12"Ø en acero al carbón, en el Municipio de Ayala Morelos, y concluyendo en el municipio de Cuernavaca, Morelos con tubería de 6" Ø en polietileno, teniendo una longitud total con sus ramales de 82 090 m. A continuación se presenta la siguiente tabla donde se indican los municipios, válvulas y diámetros de la tubería.

<b>MUNICIPIOS</b>		
AYALA	YECAPIXTLA	CUAUTLA
YAUTEPEC	TLAYACAPAN	JIUTEPEC
CUERNVACA		

<b>DIAMETROS DE TUBERIA DE ACERO</b>		
12 pulgadas	10 pulgadas	8 pulgadas
6 pulgadas	4 pulgadas	3 pulgadas
<b>DIAMETROS DE TUBERIA DE POLIETILENO</b>		
6 pulgadas	4 pulgadas	

<b>COORDENADA VALVULAS</b>				
<b>No.</b>	<b>NORTE</b>	<b>OESTE</b>	<b>Ø</b>	<b>MATERIAL</b>
23	18°44'46.87"	98°54'51.88"	6	Acero al Carbón
22	18°44'45.56"	98°54'50.67"	3	Acero al Carbón
21	18°46'19.89"	98°53'46.24"	6	Acero al Carbón
20	18°46'22.84"	98°53'47.55"	10	Acero al Carbón
19	18°50'12.64"	98°55'23.97"	4	Acero al Carbón
18	18°50'13.17"	98°55'25.63"	10	Acero al Carbón
17	18°53'08.08"	98°58'08.15"	8	Acero al Carbón
16	18°53'36.68"	99°01'04.56"	8	Acero al Carbón
15	18°51'57.09"	99°05'20.29"	8	Acero al



				Carbón
14	18°53'38.96"	99°07'57.18"	8	Acero al Carbón
13	18°54'45.42"	99°10'12.34"	4	Polietileno
12	18°54'51.23"	99°10'08.47"	4	Polietileno
11	18°54'54.39"	99°10'06.00"	4	Polietileno
10	18°54'54.02"	99°10'04.52"	4	Polietileno
9	18°55'15.49"	99°10'19.89"	4	Polietileno
8	18°55'10.56"	99°10'25.18"	4	Polietileno
7	18°55'07.62"	99°10'27.88"	4	Polietileno
6	18°55'03.58"	99°10'32.26"	4	Polietileno
5	18°55'01.61"	99°10'32.57"	4	Polietileno
4	18°54'41.22"	99°10'50.73"	4	Polietileno
3	18°54'41.55"	99°10'52.71"	6	Acero al Carbón
2	18°55'15.19"	99°11'59.48"	6	Polietileno
1	18°55'14.81"	99°11'59.83"	6	Polietileno



### V.1.2 Memoria de Cálculo de la ERM CITY GATE Morelos.

A continuación se muestran los cálculos realizados para la determinación de los diámetros de las tuberías empleadas en la CITY GATE Morelos, así como los espesores mínimos que deben de tener cada una de las tuberías, así mismo, se incluye el diseño de los reguladores y de la válvula de seguridad.

$$\begin{aligned}
 P_{in\ max} &= 65.50\ \text{Bar} & 66.8\ \text{Kg/cm}^2 & 950.00\ \text{Psig} & 6552.3\ \text{kpa} \\
 P_{in\ min} &= 55.16\ \text{Bar} & 56.2\ \text{Kg/cm}^2 & 800.00\ \text{Psig} & 5517.7\ \text{kpa} \\
 P_{out\ max} &= 21.08\ \text{Bar} & 21.50\ \text{Kg/cm}^2 & 305.80\ \text{Psig} & 2109.2\ \text{kpa} \\
 P_{out\ min} &= 20.59\ \text{Bar} & 21.00\ \text{Kg/cm}^2 & 298.69\ \text{Psig} & 2060.1\ \text{kpa} \\
 Q_{max} &= 29,500.00\ \text{SCMH} & = & 25.00\ \text{MMSCFD} \\
 P_{atm} &= 12.91\ \text{Psia}
 \end{aligned}$$

#### DIAMETROS Y VELOCIDADES.

Utilizando la Ecuación de Continuidad de la Mecánica de Fluidos obtenemos las velocidades de entrada y salida en la Estación de Regulación y Medición.

$$Q = v * A$$

Donde:

- Q → Flujo
- v → velocidad
- A → Área

#### Línea de Filtración y Regulación

##### ENTRADA

$$Q_{act\ in} = Q_{s\ max} \left( \frac{P_{atm}}{P_{in\ min}} \right)$$

$$Q_{act\ in} = 476.1\ \text{ACMH}$$

$$D_{in} \geq \left( \sqrt{\frac{Q_{act\ in}}{0.785 * v(m/s) * 3,600}} \right) \left( \frac{1(in)}{0.0254} \right)$$

Para  $v \leq 18\ \text{m/s}$

Diámetro de entrada requerido:

$$D_{in} \geq 3.8\ \text{pulg. } \emptyset$$

Diámetro Seleccionado DN de entrada

$$DN_{in} = 6.0\ \text{pulg. } \emptyset$$

$$v_{in} = \left[ \frac{(Q_{act})_{in}}{0.785 * (DN_{in})^2} \right] \left( \frac{1}{0.0254} \right)^2$$

$$v_{in} = 7.253\ \text{m/s} \quad 23.8\ \text{ft/s}$$

##### SALIDA

$$Q_{act\ out} = Q_{s\ max} \left( \frac{P_{atm}}{P_{out\ min}} \right)$$

$$Q_{act\ out} = 1275.1\ \text{ACMH}$$

$$D_{out} \geq \left( \sqrt{\frac{Q_{act\ out}}{0.785 * v(m/s) * 3,600}} \right) \left( \frac{1(in)}{0.0254} \right)$$

Para  $v \leq 18\ \text{m/s}$

Diámetro salida requerido:

$$D_{out} \geq 6.2\ \text{pulg. } \emptyset$$

Diámetro Seleccionado DN de salida

$$DN_{out} = 8.0\ \text{pulg. } \emptyset$$

$$v_{out} = \left[ \frac{(Q_{act})_{in}}{0.785 * (DN_{out})^2} \right] \left( \frac{1}{0.0254} \right)^2$$

$$v_{out} = 10.927\ \text{m/s} \quad 35.850\ \text{ft/s}$$

Donde:

$DN_{out}$  → Diámetro del Medidor y de Salida de la ERM.



Con los cálculos mostrados anteriormente, se demuestra que la selección de los diámetros de la tubería de entrada y de salida a la ERM CITY GATE Morelos, son los apropiados para la correcta operación y seguridad de la estación, ya que en ambos casos el diámetro nominal es mayor al mínimo requerido que se obtuvo en los cálculos.

#### V.1.4 Cálculo de espesores de tuberías.

##### ❖ Especificaciones de la tubería de la red general.

- Tubería de Acero API 5L Grado X42 con un Espesor de 0,219 pulgadas.
- Recubrimiento TRICAPA

Cálculo del espesor requerido para tubería de 12" AC y 21 kg/cm<sup>2</sup> de presión.

Pipe Data...	
Diameter:	12.750 Inches
Wall Thickness:	0.113 Inches
SMYS:	42000 Psi
Pressure:	298.69 Psi

Design Factors...			
Class Location:	Class 4	Value...	
Location Exceptions:	Fabricated assemblies		0.40
Longitudinal Joint:	API 5L - Seamless		1.00
Operating Temperature:	250 F (121 C) or less		1.000

Al valor del espesor calculado se le suma el 30% de espesor por corrosión más el 15% por fallas en la fabricación. Lo cual da como resultado un total de 0,169" de espesor necesario para el gasoducto de 12"Ø, con lo anterior se demuestra que la tubería que se empleará para este proyecto cumplirá satisfactoriamente puesto que tendrá un espesor de 0,219", dando un 29,58% en exceso de espesor como factor de seguridad.

$$\text{Espesor Requerido} = 0.169 \text{ Plg} < \text{Espesor Tubería A/C 12"} = 0.219 \text{ Plg}$$

##### ❖ Especificaciones de la tubería de la red general.

- Tubería de acero API 5L Grado X42 con un Espesor de 0,219 pulgadas.
- Recubrimiento TRICAPA

Cálculo del espesor requerido para tubería de 10" y 21 kg/cm<sup>2</sup> de presión.



Pipe Data...	
Diameter:	10.75 Inches
Wall Thickness:	0.096 Inches
SMYS:	42000 Psi
Pressure:	298.69 Psi

Design Factors...			
Class Location:	Class 4	Value...	0.40
Location Exceptions:	Fabricated assemblies		1.00
Longitudinal Joint:	API 5L - Seamless		1.000
Operating Temperature:	250 F (121 C) or less		

Al valor del espesor calculado se le suma el 30% de espesor por corrosión más el 15% por fallas en la fabricación, dando un total de 0,144 pulgadas de espesor necesario para este proyecto, con lo cual se demuestra que la tubería que se empleara para este proyecto cumplirá satisfactoriamente con el espesor mínimo requerido, puesto que tendrá un espesor de 0,219 pulgadas, dando un 52.08 % en exceso de espesor como factor de seguridad.

$$\text{Espesor Requerido} = 0.144 \text{ Plg} < \text{Espesor Tubería A/C } 10'' = 0.219 \text{ Plg}$$

❖ **Especificaciones de la tubería de la red general.**

- Tubería de acero API 5L Grado X42 con un Espesor de 0.219 pulgadas.
- Recubrimiento TRICAPA

Calculo del espesor requerido para tubería de 8" y 21 kg/cm<sup>2</sup> de presión.

Pipe Data...	
Diameter:	8.625 Inches
Wall Thickness:	0.077 Inches
SMYS:	42000 Psi
Pressure:	298.69 Psi

Design Factors...			
Class Location:	Class 4	Value...	0.40
Location Exceptions:	Fabricated assemblies		1.00
Longitudinal Joint:	API 5L - Seamless		1.000
Operating Temperature:	250 F (121 C) or less		





Al valor calculado se le suma el 30% de espesor por corrosión más el 15% por fallas en la fabricación.

Dando un total de 0,115 pulgadas de espesor necesario para este proyecto, así pues se comprueba que la tubería que se empleara para este proyecto cumplirá satisfactoriamente puesto que tendrá un espesor de 0,219 pulgadas, dándonos un 90,43 % en exceso de espesor como factor de seguridad.

$$\text{Espesor Requerido} = 0.115 \text{ Plg} < \text{Espesor Tubería A/C 8''} = 0.219 \text{ Plg}$$

❖ **Especificaciones de la tubería de la red general.**

- Tubería de acero API 5L Grado X42 con un Espesor de 0.219 pulgadas.
- Recubrimiento TRICAPA

**Cálculo del espesor requerido para tubería de 6" y 21 kg/cm<sup>2</sup> de presión.**

Pipe Data...	
Diameter:	6.625 Inches
Wall Thickness:	0.059 Inches
SMYS:	42000 Psi
Pressure:	298.69 Psi

Design Factors...	
Class Location:	Class 4
Location Exceptions:	Fabricated assemblies
Longitudinal Joint:	API 5L - Seamless
Operating Temperature:	250 F (121 C) or less

Value...  
0.40  
1.00  
1.000

Calculate

Get Save Print Close

Al valor calculado se le suma el 30% de espesor por corrosión más el 15% por fallas en la fabricación, dando un total de 0,088 pulgadas de espesor necesario para este proyecto, con lo cual se demuestra que la tubería que se empleará para este proyecto cumplirá satisfactoriamente puesto que tendrá un espesor de 0,219 pulgadas, dándonos un 148.86 % en exceso de espesor como factor de seguridad.

$$\text{Espesor Requerido} = 0.088 \text{ Plg} < \text{Espesor Tubería A/C 8''} = 0.219 \text{ Plg}$$

❖ **Especificaciones de la tubería de la red general.**

- Tubería de acero API 5L Grado X42 con un Espesor de 0.237 pulgadas.
- Recubrimiento TRICAPA

**Cálculo del espesor requerido para tubería de 4" y 21 kg/cm<sup>2</sup> de presión.**



Pipe Data...	
Diameter:	4.5 Inches
Wall Thickness:	0.040 Inches
SMYS:	42000 Psi
Pressure:	298.69 Psi

Design Factors...			
Class Location:	Class 4	Value...	0.40
Location Exceptions:	Fabricated assemblies		1.00
Longitudinal Joint:	API 5L - Seamless		1.000
Operating Temperature:	250 F (121 C) or less		

Al valor calculado se le suma el 30% de espesor por corrosión más el 15% por fallas en la fabricación, dando un total de 0,060" de espesor necesario para este proyecto, con lo cual se demuestra que la tubería que se empleará para este proyecto cumplirá satisfactoriamente con el espesor mínimo requerido puesto que tendrá un espesor de 0,237", dando un 295.0 % en exceso de espesor como factor de seguridad.

$$\text{Espesor Requerido} = 0.060 \text{ Plg} < \text{Espesor Tubería A/C 3''} = 0.237 \text{ Plg}$$

❖ **Especificaciones de la tubería de la red general.**

- Tubería de acero API 5L Grado X42 con un Espesor de 0.216 pulgadas.
- Recubrimiento TRICAPA

**Cálculo del espesor requerido para tubería de 3" y 21 kg/cm<sup>2</sup> de presión.**

Pipe Data...	
Diameter:	3.5 Inches
Wall Thickness:	0.031 Inches
SMYS:	42000 Psi
Pressure:	298.69 Psi

Design Factors...			
Class Location:	Class 4	Value...	0.40
Location Exceptions:	Fabricated assemblies		1.00
Longitudinal Joint:	API 5L - Seamless		1.000
Operating Temperature:	250 F (121 C) or less		



Al valor calculado se le suma el 30% de espesor por corrosión más el 15% por fallas en la fabricación, dando un total de 0,046" de espesor necesario para este proyecto, con lo cual se demuestra que la tubería que se empleará para este proyecto cumplirá satisfactoriamente puesto que tendrá un espesor de 0,216 pulgadas, dando un 368.8 % en exceso de espesor como factor de seguridad.

$$\text{Espesor Requerido} = 0.046 \text{ Plg} < \text{Espesor Tubería A/C } 3'' = 0.216 \text{ Plg}$$

❖ Especificaciones de la tubería de la red general.

**Calculo para la tubería de 6" de diámetro nominal de Polietileno HDPE 3408 SDR11**

**Cálculo de la presión de diseño y espesores.**

Cuando se utilice tubería de polietileno para la conducción de gas, la máxima presión de operación de la tubería debe ser igual o menor a la presión de diseño, la cual se determina con la fórmula siguiente:

$$P = \frac{2 \text{ HDB } f_E f_T}{(\text{SDR} - 1)}$$

Donde:

- P = Presión Interna en psi,
- HDB = Base de Diseño Hidrostático a 23° C = 11 MPa,
- f<sub>E</sub> = Factor de Diseño Medioambiental = 0.32,  
Gas Natural Seco (Federalmente Regulado bajo CFR Titulo 49, Parte 192),
- f<sub>T</sub> = Factor de Diseño por Temperatura = 1.00,  
(Por trabajo en temperaturas de 23° C ó menos),
- SDR = Relación entre Diámetro Exterior entre Espesor = 11.

A continuación se presentan las pantallas que justifican la presión de diseño calculada.

**Para la tubería de polietileno de 6"Ø HD PE-3408 SDR11**

The screenshot shows a software interface for calculating plastic pipe design. The window title is "Plastic Pipe Design Formula...". It contains a "Pipe Data..." section with the following inputs: Diameter: 6.625 Inches, Wall Thickness: 0.591 Inches, Hydrostatic Strength: 11 MPa, and Pressure: 689 KPa. Below the inputs is a "Calculate" button. At the bottom of the window is a toolbar with buttons for "Get", "Save", "Print", and "Close".

De acuerdo al cálculo anterior, es necesario que la tubería de 6"Ø de polietileno tenga un espesor mínimo de 0.591".



De acuerdo a las tablas de los proveedores de tubería de polietileno, el espesor promedio de tubería de polietileno de 6"Ø de alta densidad con SDR 11 es 0,602", cumpliendo así con el cálculo anterior.

$$\text{Espesor Requerido} = 0.591 \text{ Plg} < \text{Espesor Tubería HDPE 6''} = 0.602 \text{ Plg}$$

### Calculo para la tubería de 4" de diámetro nominal de Polietileno HDPE 3408 SDR11

#### ❖ Cálculo de la presión de diseño y espesores.

Cuando se utilice tubería de polietileno para la conducción de gas, la máxima presión de operación de la tubería debe ser igual o menor a la presión de diseño, la cual se determina con alguna de las fórmulas siguientes:

$$P = \frac{2 \text{ HDB } f_E f_T}{(\text{SDR} - 1)}$$

Donde:

- P = Presión Interna en psi,
- HDB = Base de Diseño Hidrostático a 23° C = 11 MPa,
- f<sub>E</sub> = Factor de Diseño Medioambiental = 0.32,  
Gas Natural Seco (Federalmente Regulado bajo CFR Titulo 49, Parte 192),
- f<sub>T</sub> = Factor de Diseño por Temperatura = 1.00,  
(Por trabajo en temperaturas de 23° C ó menos),
- SDR = Relación entre Diámetro Exterior entre Espesor = 11.

A continuación se presentan las pantallas que justifican la presión de diseño calculada.

#### Para la tubería de polietileno de 4"Ø HD PE-3408 SDR11

Pipe Data...					
Diameter:	4.5	Inches	Hydrostatic Strength:	11	MPa
Wall Thickness:	0.401	Inches	Pressure:	689	KPa
Calculate					
Get		Save		Print	
				Close	

De acuerdo al cálculo anterior se requiere que la tubería de 4"Ø de diámetro de polietileno tenga un espesor mínimo de 0,401".

Según tablas de proveedores de tubería de polietileno el espesor promedio de tubería de polietileno de 4"Ø de alta densidad con SDR 11 es 0.409", cumpliendo así con el cálculo anterior.

$$\text{Espesor Requerido} = 0.401 \text{ Plg} < \text{Espesor Tubería HDPE 4''} = 0.409 \text{ Plg}$$



❖ **Dimensionamiento de los reguladores a condiciones críticas.**

En el presente apartado se indican los cálculos para demostrar la capacidad de los reguladores seleccionados a las condiciones de operación de 56.2 Kg/cm<sup>2</sup> de presión mínima de entrada y de 21.0 kg de presión mínima de salida, y a un flujo de 25.0 MMSCFD.

Para evaluar la capacidad de los reguladores radiales (Mooney) seleccionados se empleó la expresión siguiente:

**Universal Gas Sizing Equation.**

$$Q = \sqrt{\frac{520}{GT}} C_g P_1 \sin\left(\frac{3417}{C_1} \sqrt{\frac{\Delta P}{P_1}}\right)$$

**Donde:**

Q → Velocidad de Flujo,

C<sub>g</sub> → Coeficiente de Viscosidad del Gas,

P<sub>1</sub> → Presión de Entrada (psia),

ΔP → Perdida de Presión por la Válvula (ΔP = P<sub>1</sub> - P<sub>2</sub>) psig,

P<sub>2</sub> → Presión de Salida (psia),

C<sub>1</sub> → Coeficiente de Recuperación de la Válvula  $C_1 = \frac{C_g}{C_v}$

C<sub>v</sub> → Coeficiente de viscosidad Líquido,

G → Gravedad Específica (0.6 para gas natural),

T → Temperatura del Gas ( ° Ranking ) ( T = 460 + °F ),

**Ecuación Simplificada**

El coeficiente de recuperación de la válvula (C<sub>1</sub>) es aproximadamente igual a 35 para válvulas de globo y válvulas de rejillas.

El término  $\sqrt{\frac{520}{GT}} = 1.29$  para Gas Natural con Gravedad Específica de 0.6 y 60 °F.

El flujo crítico ó Flujo de choque se refiere a la condición de cuando el gas está moviéndose a la velocidad del sonido (1 090 ft/s ó 332 m/s) en la parte de aceleración de la válvula.

Esto ocurre cuando  $\frac{\Delta P}{P_1}$  es igual ó mayor a 0.64.

A flujo crítico, el termino  $\sin\left(\frac{3417}{C_1} \sqrt{\frac{\Delta P}{P_1}}\right)$  es igual a 1 ó a la unidad por lo tanto desaparece de la ecuación.

Por lo anterior, a una velocidad sónica (flujo crítico) la Universal Gas Sizing Equation para Gas Natural a 60 °F se simplifica a:

$$Q = 1.29 C_g P_1$$





## Flujo Sub-Critico

Mínima Presión de Entrada.  $P_1 = 800 + 12.91 = 812.91$  Psia.

Mínima Presión de Salida.  $P_2 = 298.69 + 12.91 = 311.6$ Psia.

Calculamos  $\frac{\Delta P}{P_1}$  tenemos que

$$\frac{\Delta P}{P_1} = \frac{812.91 - 311.6}{812.91} = 0.617$$

Como  $\frac{\Delta P}{P_1} = 0.617 < 0.64$ , por lo tanto definimos que **NO**tenemos un flujo crítico.

$$Q = 29,500.00 \text{ SCM} \rightarrow Q = 1,041,783.0 \text{ SCFH}$$

$$= 1.29 C_g P_1 \sin \left( \frac{3417}{C_1} \sqrt{\frac{\Delta P}{P_1}} \right)$$

$$1,041,783.0 = 1.29 C_g (812.91)(0.973)$$

$$C_g = \frac{1,041,783.0}{(1.29)(812.91)(0.973)} = \frac{1,041,783.0}{1,020.471}$$

$$C_g = 1,020.88$$

Por ser una estación con reguladores instrumentados en Arreglo Monitor-Trabajador el  $C_g$  de los reguladores se consideran al 70%, por lo tanto, el  $C_g$  es igual a 1 458.40.

Además un factor de capacidad de la City Gate del 80% por lo que el  $C_g$  es igual a 1,823.00.

### ❖ Selección de los Reguladores y de la Válvula de Seguridad empleando el software del fabricante de los reguladores Mooney.

De acuerdo a las presiones de entrada, salida y al flujo de volumen inicial de entrada a la ERM que se han ingresado al Software del fabricante de los reguladores Money nos da un  $C_g$  recomendado para la selección del regulador de  $C_g = 1 818.38$  con el dato anterior seleccionamos el regulador adecuado para esta estación.



**Gas Sizing Worksheet**

Customer/Project: CITY GATE MORELOS Reference No: \_\_\_\_\_  
 Location: CUERNAVACA, MORELOS. Date: 02/11/2012  
 Prepared By: CARLOS H. PANIAGUA CERDA

Memo Field: \_\_\_\_\_  
 Use TAB Key to Exit Memo Field.

Inlet Pressure.....P1: 800.00 psig  
 Outlet Pressure....P2: 298.69 psig  
 Flow Rate.....Q: 1041783.00 scfh

Fluid: Natural Gas Sg = 0.600  
 Calculated Cg = 1454.71  
 Capacity Factor = 80%  
 Recommended Cg/Valve = 1818.38  
 Sub-Critical Flow (dP/P1) 0.62

Valve Recovery..C1: 35 Temperature..T: 60° F 520 Deg Rankine  
 Monitor Station..: Y Capacity Factor..: 80 %

DESCRIPTION	STOCK NO	÷ CAP	Cg	C1	Cv	Max P1
VALVE NONE						
RELIEF VALVE NONE						

Buttons: Select Valves, Relief Valves, Save, Print, Return, Get, View, Locate, Clear, Delete, Units, Velocity Calculation, Flow Calculation, Interstage Pressure, Noise Prediction

**Select a Valve**

\*\*\* NOTE: 100% Capacity Recommended For Most Applications! \*\*\*

Calculated Cg.....= 1454.7 Capacity Factor.....= 80% Valve Selected  
 Recommended Cg/Valve= 1818.4 Inlet Pressure (P1) = 800 **FG-41-75**

DESCRIPTION	STOCK NO	÷ CAP	Cg	C1	CV	Max P1
4" SP 600 CL BUTTWELD	FG-64-50	50	3550	35.0	100.0	1480
4" DP STEEL 600 CL	FG-23-50	50	3670	32.0	115.0	1480
4" SP STEEL 600 CL	FG-41-75	75	5300	37.0	142.0	1480
4" SP 600 CL BUTTWELD	FG-64-75	75	5300	37.0	142.0	1480
4" DP STEEL 600 CL	FG-23-75	75	5468	34.0	161.0	1480
4" SP STEEL 600 CL	FG-41	100	6500	38.0	172.0	1480
4" SP 600 CL BUTTWELD	FG-64	100	6500	38.0	172.0	1480
4" DP STEEL 600 CL	FG-23	100	6700	36.0	185.0	1480
6" SP STEEL 600 CL	FG-46-50	50	6750	28.0	240.0	1480
6" SP 600 CL BUTTWELD	FG-66-50	50	6750	28.0	240.0	1480
6" SP STEEL 600 CL	FG-46	100	12500	40.0	313.0	1480
6" SP 600 CL BUTTWELD	FG-66	100	12500	40.0	313.0	1480
8" SP STEEL 600 CL	FG-80-35	35	7100	28.0	250.0	1480
8" SP STEEL 600 CL	FG-80-50	50	10000	29.0	350.0	1480
8" SP STEEL 600 CL	FG-80-75	75	15200	30.0	515.0	1480

Buttons: Return, Abort, Valve Size Filter: ALL, Valves in List = 35



**Gas Sizing Worksheet**

Customer/Project.: CITY GATE MORELOS Reference No.:  
Location.....: CUERNAVACA, MORELOS Date: 02/11/2012  
Prepared By.....: CARLOS H. PANIAGUA CERDA

Memo Field:  
Use TAB Key to  
Exit Memo Field.

Inlet Pressure.....P1: 800.00 psig  
Outlet Pressure....P2: 298.69 psig  
Flow Rate.....Q: 1041783.00 scfh

Fluid: Natural Gas Sg = 0.600  
Valve Recovery..C1: 35 Temperature..T: 60° F 520 Deg Rankine

Monitor Station.: Y Capacity Factor...: 80 %

DESCRIPTION	STOCK NO	% CAP	Cg	C1	Cv	Max P1
VALVE 4" SP STEEL 600 CL	FG-41-75	75	5300	37.0	142.0	1480

RELIEF VALVE NONE

Calculated Cg = 1454.71  
Capacity Factor = 80%  
Recommended Cg/Valve = 1818.38  
Sub-Critical Flow (dP/P1) 0.62

Select Valves Relief Valves Save Print Return  
Get View Locate Clear Delete Units  
Velocity Calculation Flow Calculation Interstage Pressure Noise Prediction

Con lo anterior seleccionamos un regulador de **4" SP STEEL 600CL FG-41-75**. De esta manera, comprobamos que los reguladores seleccionados con  $C_g = 5300$  rebasa al valor recomendado. A continuación se verifica la velocidad a la salida de los reguladores.

La velocidad a la salida de los reguladores en la tubería de 8"Ø de acero al carbón en CED 40, que se encuentra aguas abajo a las condiciones de operación ( $21.0 \text{ Kg/cm}^2$  y  $1,041,783.0 \text{ SCFH}$ ) y con un regulador FG-41-75, será de  $39.03 \text{ ft/s} = 11.89 \text{ m/s}$  por lo que se cumple satisfactoriamente al no rebasar los  $60 \text{ ft/s}$ .

**Velocity Calculation Worksheet**

Pipe Size.....: 8 Inside Pipe Dia. 7.981 in  
Schedule.....: 40

Outlet Pressure.(P2): 298.69 psig  
Flow Rate.....(Q): 1041783.00 scfh

Fluid Type: Natural Gas

Velocity Calculation  
Vgas = 39.03 ft/sec

Return Units Print



La capacidad de flujo de volumen que tienen los reguladores seleccionados Mooney en Arreglo Monitor – Trabajador para las condiciones de operación ya indicadas, lo obtenemos del cálculo realizado por medio del Software del fabricante de los mismos:

Valve	C1	Cg	Stk No.
4" SP STEEL 150 CL	37.0	5300	FG-39-75
4" SP STEEL 300 CL	37.0	5300	FG-40-75
4" SP STEEL 600 CL	37.0	5300	FG-41-75
4" SP 150/300 CL BUTTWELD	37.0	5300	FG-63-75
4" SP 600 CL BUTTWELD	37.0	5300	FG-64-75
4" DP STEEL 150 CL	34.0	5468	FG-21-75

Se comprueba que el modelo seleccionado cumple satisfactoriamente con los requerimientos ya que:

$$Q_{\text{reguladores}} = 3,720,313.19 \text{ SCFH} = 105,347.538 \text{ SCMh} > Q_{\text{requerido}} = 29,500.00 \text{ SCMh}$$

El Nivel de decibeles que se generará al pasar el flujo de gas por los reguladores seleccionados a 1 metro de distancia es de:

$$@ 1 \text{ metro} = 89 \text{ dBA}$$

Valve	Stk No.	Cap	Cg
4" TYPE A FLGLESS 150 CL	FG-106-75	75	5000
4" TYPE A FLGLESS 300 CL	FG-107-75	75	5000
4" SP STEEL 150 CL	FG-39-75	75	5300
4" SP STEEL 300 CL	FG-40-75	75	5300
4" SP STEEL 600 CL	FG-41-75	75	5300
4" SP 150/300 CL BUTTWELD	FG-63-75	75	5300
4" SP 600 CL BUTTWELD	FG-64-75	75	5300
4" DP STEEL 150 CL	FG-21-75	75	5468
4" DP STEEL 300 CL	FG-22-75	75	5468
4" DP STEEL 600 CL	FG-23-75	75	5468

Selected Valve Values: Cap = 75 cg = 5300





De acuerdo a las presiones de entrada y al Set Point de relevo de la válvula de seguridad a la salida de la ERM que se han ingresado al Software del fabricante de los reguladores Money nos calcula un **Cg** para la válvula de seguridad de **Cg = 13,708.63**.

**Relief Valve Sizing**

Primary Valve Cg	Selected Relief Valve
5300	

Maximum Inlet to Regulator Pressure.....: 950.00 psig

Relief Valve Set Point: 358.42 psig

Relief Outlet Pressure: 0.00 psig

Safety Factor.....: 5 %

**Relief Valve Calculated Cg = 13708.63**

Modify Primary Valve Cg: 5300  
Modified Relief Valve Cg: 17130.59

Select Valves Return/Save Abort

Con el Cg anterior seleccionamos la Válvula de Seguridad.

**Select a Valve**

\*\*\* NOTE: 100% Capacity Recommended For Most Applications! \*\*\*

Calculated Cg..... = 13708 Safety Factor..... = 5% Valve Selected  
Relief Set Pressure = 358 **FG-73**

DESCRIPTION	STOCK NO	% CAP	Cg	C1	CV	Max P1
8" SP STEEL 300 CL	FG-73	100	20200	38.0	530.0	740
8" SP STEEL 600 CL	FG-80	100	20200	38.0	530.0	1480
12" DP STEEL 300 CL	FG-75	100	40400	35.0	1160	740
12" DP STEEL 600 CL	FG-81	100	40400	35.0	1160	1480

Return Abort Valve Size Filter: ALL Valves in List = 4





### Dimensionamiento de los reguladores a condiciones máximas.

Se procederá a demostrar la capacidad de los reguladores seleccionados a las mismas condiciones de operación de 66.79 Kg/cm<sup>2</sup> de presión máxima de entrada y de 21.0 kg de presión mínima de salida, y a un flujo de 25.0 MMSCFD.

Para evaluar la capacidad de los reguladores radiales (Mooney) seleccionados se procede a emplear la expresión siguiente:

#### Universal Gas Sizing Equation.

$$Q = \sqrt{\frac{520}{GT}} C_g P_1 \sin\left(\frac{3417}{C_1} \sqrt{\frac{\Delta P}{P_1}}\right)$$

#### Donde:

$Q$  → Velocidad de Flujo,

$C_g$  → Coeficiente de Viscosidad del Gas,

$P_1$  → Presión de Entrada (psia),

$\Delta P$  → Perdida de Presión por la Válvula ( $\Delta P = P_1 - P_2$ ) psig,

$P_2$  → Presión de Salida (psia),

$C_1$  → Coeficiente de Recuperación de la Válvula  $C_1 = \frac{C_g}{C_v}$

$C_v$  → Coeficiente de viscosidad Líquido,

$G$  → Gravedad Específica (0.6 para gas natural),

$T$  → Temperatura del Gas ( ° Ranking ) (  $T = 460 + ^\circ F$  ).

#### Ecuación Simplificada

El coeficiente de recuperación de la válvula ( $C_1$ ) es aproximadamente igual a 35 para válvulas de globo y válvulas de rejillas.

El termino  $\sqrt{\frac{520}{GT}} = 1.29$  para Gas Natural con Gravedad Especifica de 0.6 y 60 °F.

El flujo critico ó Flujo de choque se refiere a la condición de cuando el gas está moviéndose a la velocidad del sonido (1090 pie/seg. ó 332 m/seg.) en la parte de aceleración de la válvula.

Esto ocurre cuando  $\frac{\Delta P}{P_1}$  es igual ó mayor a 0.64.

A flujo critico el termino  $\sin\left(\frac{3417}{C_1} \sqrt{\frac{\Delta P}{P_1}}\right)$  es igual a 1 ó a la unidad por lo tanto desaparece de la ecuación.

Así pues, una velocidad sónica (flujo crítico) la Universal Gas Sizing Equation para Gas Natural a 60 °F se simplifica a:

$$Q = 1.29 C_g P_1$$



### Flujo Sub-Critico

Mínima Presión de Entrada.  $P_1 = 950 + 12.91 = 962.91 \text{Psia}$ .

Mínima Presión de Salida.  $P_2 = 298.69 + 12.91 = 311.6 \text{Psia}$ .

Calculamos  $\frac{\Delta P}{P_1}$  tenemos que

$$\frac{\Delta P}{P_1} = \frac{962.91 - 311.6}{962.91} = 0.676$$

Como  $\frac{\Delta P}{P_1} = 0.676 > 0.64$ , por lo tanto definimos que Sí tenemos un flujo crítico.

$$Q = 29,500.00 \text{ SCM} \rightarrow Q = 1,041,783.0 \text{ SCFH}$$

$$Q = 1.29 C_g P_1$$

$$1,041,783.0 = 1.29 C_g (962.91)$$

$$C_g = \frac{1,041,783.0}{(1.29)(962.91)} = \frac{1,041,783.0}{1,242.15}$$

$$C_g = 838.69$$

Por ser una Estación con reguladores instrumentados en Arreglo Monitor-Trabajador el  $C_g$  de los reguladores se consideran al 70%, por lo tanto, el  $C_g$  es igual a 1,198.13.

Además un factor de capacidad de la City Gate del 80% por lo que el  $C_g$  es igual a 1,497.66.

❖ **Selección de los Reguladores y de la Válvula de Seguridad empleando el software del fabricante de los reguladores Mooney.**

De acuerdo a las presiones de entrada, salida y al flujo de volumen inicial de entrada a la ERM que se han ingresado al Software del fabricante de los reguladores Money nos da un  $C_g$  recomendado para la selección del regulador de  $C_g = 1,493.73$  con el dato anterior seleccionamos el regulador adecuado para esta estación.



**Gas Sizing Worksheet**

Customer/Project: CITY GATE MORELOS Reference No: \_\_\_\_\_  
 Location: CUERNAVACA, MORELOS. Date: 02/11/2012  
 Prepared By: CARLOS H. PANIAGUA CERDA

Memo Field: \_\_\_\_\_  
 Use TAB Key to Exit Memo Field.

Inlet Pressure.....P1: 950.00 psig  
 Outlet Pressure....P2: 298.69 psig  
 Flow Rate.....Q: 1041783.00 scfh

Fluid: Natural Gas Sg = 0.600  
 Calculated Cg = 1194.99  
 Capacity Factor = 80%  
 Recommended Cg/Valve = 1493.73  
 Critical Flow.... (dP/P1) 0.68

Valve Recovery..C1: 35 Temperature..T: 60° F 520 Deg Rankine

Monitor Station: Y Capacity Factor: 80%

DESCRIPTION	STOCK NO	% CAP	Cg	C1	Cv	Max P1
VALVE NONE						
RELIEF VALVE NONE						

Select Valves Relief Valves Save Print Return  
 Get View Locate Clear Delete Units  
 Velocity Calculation Flow Calculation Interstage Pressure Noise Prediction

**Select a Valve**

\*\*\* NOTE: 100% Capacity Recommended For Most Applications! \*\*\*

Calculated Cg..... = 1195.0 Capacity Factor..... = 80% Valve Selected  
 Recommended Cg/Valve = 1493.7 Inlet Pressure (P1) = 950 NONE

DESCRIPTION	STOCK NO	% CAP	Cg	C1	CV	Max P1
4" SP 600 CL BUTTWELD	FG-64-35	35	2700	35.0	76.0	1480
4" DP STEEL 600 CL	FG-23-35	35	2744	31.0	89.0	1480
4" SP STEEL 600 CL	FG-41-50	50	3550	35.0	100.0	1480
4" SP 600 CL BUTTWELD	FG-64-50	50	3550	35.0	100.0	1480
4" DP STEEL 600 CL	FG-23-50	50	3670	32.0	115.0	1480
4" SP STEEL 600 CL	FG-41-75	75	5300	37.0	142.0	1480
4" SP 600 CL BUTTWELD	FG-64-75	75	5300	37.0	142.0	1480
4" DP STEEL 600 CL	FG-23-75	75	5468	34.0	161.0	1480
4" SP STEEL 600 CL	FG-41	100	6500	38.0	172.0	1480
4" SP 600 CL BUTTWELD	FG-64	100	6500	38.0	172.0	1480
4" DP STEEL 600 CL	FG-23	100	6700	36.0	185.0	1480
6" SP STEEL 600 CL	FG-46-50	50	6750	28.0	240.0	1480
6" SP 600 CL BUTTWELD	FG-66-50	50	6750	28.0	240.0	1480
6" SP STEEL 600 CL	FG-46	100	12500	40.0	313.0	1480
6" SP 600 CL BUTTWELD	FG-66	100	12500	40.0	313.0	1480

Return Abort Valve Size Filter: ALL Valves in List = 43



DESCRIPTION	STOCK NO	% CAP	Cg	C1	Cv	Max P1
VALVE 4" SP STEEL 600 CL	FG-41-75	75	5300	37.0	142.0	1480

Con lo anterior seleccionamos un regulador de **4" SP STEEL 600 CL FG-41-75**. De esta manera, comprobamos que los reguladores seleccionados con  $C_g = 5300$  rebasa al valor recomendado. A continuación se verifica la velocidad a la salida de los reguladores.

La velocidad a la salida de los reguladores en la tubería de 8"Ø de acero al carbón en CED 40, que se encuentra aguas abajo a las condiciones de operación ( $21.0 \text{ Kg/cm}^2$  y  $1,041,783.0 \text{ SCFH}$ ) y con un regulador FG-41-75, será de  $39.03 \text{ ft/s} = 11.89 \text{ m/s}$ , por lo que se cumple satisfactoriamente al no rebasar los  $60 \text{ ft/s}$ .

Velocity Calculation
$V_{\text{gas}} = 39.03 \text{ ft/sec}$

La capacidad de flujo de volumen que tienen los reguladores seleccionados Mooney en Arreglo Monitor – Trabajador para las condiciones de operación ya indicadas, lo obtenemos del cálculo realizado por medio del Software del fabricante de los mismos:



**Flow Calculation Worksheet**

Inlet Pressure.....P1:  psig  
Outlet Pressure.....P2:  psig  
Valve Coefficient...Cg:   
Fluid:  Sg =   
Valve Recovery....C1:   
Temperature.....T:  F 520 Deg Rankine  
Monitor Station:

**Flow Rate Q = 4620516.90 scfh**

Valve	C1	Cg	Stk No.
4" SP STEEL 300 CL	37.0	5300	FG-40-75
4" SP STEEL 600 CL	37.0	5300	FG-41-75
4" SP 150/300 CL BUTTWELD	37.0	5300	FG-63-75
4" SP 600 CL BUTTWELD	37.0	5300	FG-64-75
4" DP STEEL 150 CL	34.0	5468	FG-21-75
4" DP STEEL 300 CL	34.0	5468	FG-22-75

Se comprueba que el modelo seleccionado cumple satisfactoriamente con los requerimientos ya que:

$$Q_{reguladora} = 4,620,516.90 SCFH = 130,838.460 SCMH > Q_{requerido} = 29,500.00 SCMH$$

El Nivel de decibeles que se generará al pasar el flujo de gas por los reguladores seleccionados a 1 metro de distancia es de:

$$@ 1 \text{ metro} = 91 \text{ dBA}$$

**Noise Calculation Worksheet**

Inlet Pressure...[P1]:  psig Throttle Plate Style:   
Outlet Pressure.[P2]:  psig Fluid Type:   
Flow Rate.....[Q]:  scfh Outlet Pipe Size:  Schedule:   
Temperature.....[T]:  F  
Distance from Pipe (D):  m

**Noise Prediction**  
@ 1 meter = 91 dBA  
@ D meters = 91 dBA

Valve Size Filter:

Valve	Stk No.	Cap	Cg
4" TYPE A FLGLESS 150 CL	FG-106-75	75	5000
4" TYPE A FLGLESS 300 CL	FG-107-75	75	5000
4" SP STEEL 150 CL	FG-39-75	75	5300
4" SP STEEL 300 CL	FG-40-75	75	5300
4" SP STEEL 600 CL	FG-41-75	75	5300
4" SP 150/300 CL BUTTWELD	FG-63-75	75	5300
4" SP 600 CL BUTTWELD	FG-64-75	75	5300
4" DP STEEL 150 CL	FG-21-75	75	5468
4" DP STEEL 300 CL	FG-22-75	75	5468
4" DP STEEL 600 CL	FG-23-75	75	5468

**Selected Valve Values: Cap = 75 cg = 5300**

De acuerdo a las presiones de entrada y al Set Point de relevo de la válvula de seguridad a la salida de la ERM que se han ingresado al Software del fabricante de los reguladores Money nos calcula un **Cg** para la válvula de seguridad de **Cg = 13,708.63**.





**Relief Valve Sizing**

Primary Valve Cg: 5300 | Selected Relief Valve:

Maximum Inlet to Regulator Pressure: 950.00 psig

Relief Valve Set Point: 358.42 psig

Relief Outlet Pressure: 0.00 psig

Safety Factor: 5 %

Relief Valve Calculated Cg = 13708.63

Modify Primary Valve Cg: 5300  
Modified Relief Valve Cg: 17130.59

Select Valves | Return/Save | Abort

Con el Cg anterior seleccionamos la Válvula de Seguridad.

**Select a Valve**

\*\*\* NOTE: 100% Capacity Recommended For Most Applications! \*\*\*

Calculated Cg..... = 13708 | Safety Factor..... = 5% | Valve Selected: FG-73

Relief Set Pressure = 358

DESCRIPTION	STOCK NO	% CAP	Cg	C1	CV	Max P1
8" SP STEEL 300 CL	FG-73	100	20200	38.0	530.0	740
8" SP STEEL 600 CL	FG-80	100	20200	38.0	530.0	1480
12" DP STEEL 300 CL	FG-75	100	40400	35.0	1160	740
12" DP STEEL 600 CL	FG-81	100	40400	35.0	1160	1480

Return | Abort | Valve Size Filter: ALL | Valves in List = 4



Las características de los reguladores y de la válvula de seguridad son las siguientes:

**Reguladores:**

Marca: Mooney  
Modelo: FG-41, Con plato al 75%.  
Cg = 5300  
Diámetro: 4" Ø Nominal, Puerto Sencillo.  
ANSI 600  
Bridado: Tipo RF

**Válvula de Seguridad:**

Marca: Mooney  
Modelo: FG-73, Con plato al 100%.  
Cg = 20,200  
Diámetro: 8" de Ø  
Bridas: Tipo RF en ANSI 300

Customer/Project: CITY GATE MORELOS Reference No:

Location: CUERNAVACA, MORELOS. Date: 02/11/2012

Prepared By: CARLOS H. PANIAGUA CERDA

Memo Field:

Use TAB Key to Exit Memo Field.

Inlet Pressure.....P1: 950.00 psig

Outlet Pressure....P2: 298.69 psig

Flow Rate.....Q: 1041783.00 scfh

Fluid: Natural Gas Sg = 0.600

Valve Recovery..C1: 35 Temperature..T: 60 F 520 Deg Rankine

Monitor Station..: Y Capacity Factor..: 80 %

	DESCRIPTION	STOCK NO	% CAP	Cg	C1	Cv	Max P1
VALVE	4" SP STEEL 600 CL	FG-41-75	75	5300	37.0	142.0	1480
RELIEF VALVE	8" SP STEEL 300 CL	FG-73	100	20200	38.0	530.0	740

Select Valves Relief Valves Save Print Return

Get View Locate Clear Delete Units

Velocity Calculation Flow Calculation Interstage Pressure Noise Prediction



### ❖ Tubo de medición (fitting)

A continuación se realiza el cálculo para justificar el tubo de medición y la placa de orificio que se utilizará de inicio, ya que se considera que el flujo vaya incrementando, conforme vayan ingresando nuevas empresas al sistema, por lo que no se sabe cuándo ni de cuánto serán los incrementos, por lo anterior, se indica que se podrá realizar el cambio de placa de orificio por una más grande para incrementar la capacidad del tubo de medición, esto según sea el caso.

Para la justificación del tubo de medición y la placa de orificio iniciales se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

- Tubo de medición de 6" de  $\varnothing$  ANSI 600,
- Temperatura de 18°C,
- Factor de supercompresibilidad 0.9780804,
- Gravedad Específica 0.59,
- Presión atmosférica de la zona 12.91 psia,
- Presión de operación 56.24 kg/cm<sup>2</sup> = 800 psig = 812.91 psia,
- Flujo mínimo a ser medido 2.6 MMSCFD,
- Flujo máximo a ser medido 25 MMSCFD.

En la primer imagen se muestra como con una presión diferencial mínima de 15 pulgadas de agua el tubo de medición de 6"  $\varnothing$  y una placa de orificio de 1½" pulgadas, el flujo medido es de: 1 592 230SCFD = 1.59 MMSCFD, siendo menor al flujo mínimo inicial que es de 2.6 MMSCFD.



The screenshot shows the 'Daniel Orifice Flow Calculator' window. The 'Options' section has 'Calculate Flow Rate' selected, resulting in a flow rate of 6,478.775 Standard Cubic Feet Per Day. The differential pressure is 250 inches water. Other parameters include: Temperature 18°C, Pressure 812.91 PSI, Pipe Nominal Size 6 inches, Pipe ID 5.761 inches, Specific Gravity 0.59, and Orifice Bore Diameter 1.5 inches.

En la segunda imagen se muestra que en las mismas condiciones pero con una presión diferencial máxima de 250 pulgadas de agua, el flujo máximo medido es de **6 478 775 SCFD = 6.47 MMSCFD**, el cual es menor al flujo máximo a ser medido de **25.0 MMSCFD**.

The screenshot shows the 'Daniel Orifice Flow Calculator' window with the same parameters as the first image, but with a differential pressure of 15 inches water. The calculated flow rate is now 6,601.541 Standard Cubic Feet Per Day, which is approximately 6.6 MMSCFD.

Ahora realizando el cambio de la placa de orificio por una de 3" en el mismo tubo de medición de 6" de Ø y con una presión diferencial de 15 pulgadas de agua, el flujo máximo medido es de: **6 601 541 SCFD = 6.6 MMSCFD**, siendo mayor al flujo mínimo que se manejará en la estación, siendo este de **2.6 MMSCFD**.



Ahora en las mismas condiciones de operación pero con una presión diferencial máxima de 250 pulgadas de agua el flujo máximo medido es de: **26 856 400 SCFD = 26.85 MMSCFD**, siendo mayor al flujo máximo que se manejará en la estación, siendo este de **25 MMSCFD**.

Por lo tanto, iniciando con una placa de orificio de 1½" Ø con presiones diferenciales de entre 15 y 250 inH<sub>2</sub>O, se puede medir de manera confiable el flujo mínimo de 2.6 MMSCFD hasta llegar a 6.47 MMSCFD y haciendo la aclaración de que antes de que llegemos a sobrepasar el flujo antes mencionado, se procederá a realizar el cambio de la placa de orificio por una de 3"Ø, y así poder medir confiablemente los 25 MMSCFD que es el flujo máximo que será medido en la ERM, recordando que los cálculos anteriores se realizaron tomando en cuenta la mínima presión de entrada que es de 800 psig, haciendo la aclaración que la máxima presión de entrada es de 950 psig, con lo cual se mejoran las condiciones de operación del tubo de medición incrementando su capacidad.

#### ❖ Cálculo de espesores de tuberías

##### Cálculo del espesor para la tubería de 6" de Ø Nominal, API 5L Grado B, Ced80.

El espesor mínimo de pared del tubo se calcula de acuerdo a la NOM-003-SECRE- 2002.Distribución de Gas Natural y Gas Licuado de Petróleo por Ductos, de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$t = \frac{P \times D}{2 \times S \times F \times E \times T}$$

Dónde:

- t → Espesor mínimo de la tubería,
- P → Presión manométrica de diseño,
- D → Diámetro exterior de la tubería,
- S → Resistencia mínima a la cadencia,
- F → Factor de diseño por densidad de población,
- E → Eficiencia de la junta longitudinal de la tubería,
- T → Factor de corrección por temperatura del gas.
- T → 1 si la temperatura del gas es ≤ 400° K





Utilizando tubería de acero al carbón sin costura especificación API 5L Grado B. se obtiene el valor de la resistencia mecánica mínima de la tubería.

$$S = 35,000 \text{ Psi} = 241,316.5 \text{ KPa}$$

Pipe Data...	
Diameter:	6.625 Inches
Wall Thickness:	0.225 Inches
SMYS:	35000 Psi
Pressure:	950 Psi

Design Factors...			
Class Location:	Class 4	Value...	0.40
Location Exceptions:	Fabricated assemblies		
Longitudinal Joint:	API 5L - Seamless		1.00
Operating Temperature:	250 F (121 C) or less		1.000

De acuerdo al cálculo anterior se requiere que la tubería de 6"Ø tenga un espesor mínimo de 0,225 pulgadas, y el espesor que tiene la tubería de 6"Ø en la ERM es de 0,432, sobrepasando en gran medida el espesor requerido.

#### Calculo para la tubería de 8" de diámetro nominal, API 5L, Grado B Cédula 40.

El espesor mínimo de pared del tubo se calcula de acuerdo a la NOM-003-SECRE-2002, "Distribución de Gas Natural y Gas Licuado de Petróleo por Ductos", de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$t = \frac{P \times D}{2 \times S \times F \times E \times T}$$

Dónde:

- t → Espesor mínimo de la tubería,
- P → Presión manométrica de diseño,
- D → Diámetro exterior de la tubería,
- S → Resistencia mínima a la cadencia,
- F → Factor de diseño por densidad de población,
- E → Eficiencia de la junta longitudinal de la tubería,
- T → Factor de corrección por temperatura del gas,
- T → 1 si la temperatura del gas es  $\leq 400^\circ\text{K}$ .

Utilizando tubería de acero al carbón sin costura especificación ASTM A53 grado B. Se obtiene el valor de la resistencia mecánica mínima de la tubería.

$$S = 35\,000 \text{ Psi} = 241\,316.5 \text{ KPa}$$



The screenshot shows a software interface for calculating steel pipe design. It is divided into two main sections: 'Pipe Data...' and 'Design Factors...'.  
**Pipe Data...:**  
- Diameter: 8.62 Inches  
- Wall Thickness: 0.094 Inches  
- SMYS: 35000 Psi  
- Pressure: 305.8 Psi  
**Design Factors...:**  
- Class Location: Class 4 (Value: 0.40)  
- Location Exceptions: Pipelines, mains, and service lines (Value: 1.00)  
- Longitudinal Joint: API 5L - Seamless (Value: 1.00)  
- Operating Temperature: 250 F (121 C) or less (Value: 1.00)  
At the bottom, there is a 'Calculate' button and four smaller buttons: 'Get', 'Save', 'Print', and 'Close'.

De acuerdo al cálculo anterior es necesario que la tubería de 8"Ø tenga un espesor mínimo de 0,094", el espesor que tiene la tubería de 8" de Ø en la City Gate es de 0.322, sobrepasando en gran medida el espesor requerido.

#### V.1.7 Filosofía de operación del sistema de corte por fuga.

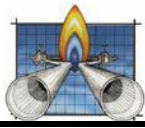
El gas natural entrará a la ERM City Gate Morelos, por medio de un tubo de 6"Ø, la cual tiene una junta monoblock para aislar eléctricamente la estación. Seguida por la instalación de un transmisor de presión al inicio de la estación y antes de la filtración el cual estará censando la presión de entrada a la estación.

Después de una Tee puede fluir el gas a dos trenes de filtración y regulación independientes con los siguientes elementos enlistados en el sentido del flujo: válvula de esfera de paso completo; filtro coalescente, posteriormente se tiene otra válvula de esfera, inmediatamente tenemos una Tee por donde se puede llevar el flujo de gas hacia el tren de Medición, el cual cuenta con un la instalación de un tubo de medición tipo Placa Orificio con conexiones bridadas RF de 6"Ø en ANSI 600, y un transmisor multivariable (presión diferencial y estática, y un sensor de temperatura), el cual estará conectada a un computador electrónico de flujo, este último calculará el flujo de gas natural que esté pasando por la ERM. Dicho tren de medición cuenta con válvulas de bloqueo aguas arriba y aguas abajo para seccionarlo en caso de falla ó mantenimiento del medidor. Paralelo al tren de medición se tendrá un espacio de las mismas dimensiones entre dos válvulas de bloqueo con bridas ciegas para evitar la extracción de gas sin ser medido, se ha diseñado de esta manera ya que en caso de ser necesario por alguna falla del medidor, o mantenimiento al mismo se instalara de manera provisional un carrito para permitir el paso de gas a la red.

#### Trenes de Regulación.

Después de lo anterior, se encuentra el tren de regulación, el cual cuenta con dos trenes, que mediante dos Tee se puede llevar el gas ya sea al tren de regulación 1 o al tren de regulación 2, después de la Tee, se pasa el gas por otra válvula de esfera, posteriormente por una válvula de corte automático, tres reguladores con pilotos instrumentados para bajar la presión en dos fases y un arreglo Monitor - Trabajador, por ultimo otra válvula de esfera de paso completo.

Cada tren de regulación tiene la capacidad de suministro del 100% de flujo. El tren Número Uno de regulación tendrá inicialmente una válvula de corte automático calibrada a 22.72 Kg/cm<sup>2</sup>, después el



regulador No.1 tendrá el piloto No. 1 calibrado a 47.1.0 Kg/cm<sup>2</sup> (primera fase), el piloto No. 2 del regulador No. 1, estará calibrado a 22.57 Kg/cm<sup>2</sup> (monitor) y el regulador No. 2 tendrá el piloto No. 3 a 21.5 Kg/cm<sup>2</sup> (segunda fase y/ó trabajador). De tal manera, que si en el tren de regulación No. 1, por el cual este fluyendo gas llegará a fallar el regulador segunda fase y/ó trabajador, tomará el control de la presión el piloto No. 2, del regulador monitor; la regulación se hará en una sola fase y la presión intermedia bajará a 22.57 Kg/cm<sup>2</sup>, si por encima de eso de la misma manera fallara el regulador monitor y sobrepasara la presión a la cual esta calibrado, la presión seguirá incrementándose hasta alcanzar la presión a la cual esta calibrada la válvula de corte automático por alta presión y cortara el flujo de gas por el tren de regulación # 1.

El tren de regulación Número dos tendrá cerrado el regulador trabajador (piloto No.3), 2<sup>da</sup> fase debido a que estará censando una presión mayor a la que está calibrado (20.85 Kg/cm<sup>2</sup>), al momento de que el flujo se cortó por alta presión en el tren de regulación número uno, empezará a decrecer la presión en el sistema hasta alcanzar la presión a la que está calibrado el piloto No. 3 del tren de regulación 2, el cual abrirá automáticamente permitiendo el flujo de gas por este tren y así continuar con el abastecimiento de gas a los socios industriales, a continuación se detallan las presiones a las cuales operara el tren de regulación número 2:

La válvula de corte automático estará calibrada a 26.21 Kg/cm<sup>2</sup>, por debajo de esta presión estará calibrada la válvula de seguridad, el piloto No. 1 del regulador uno, estará calibrado a 47.1 Kg/cm<sup>2</sup> (primera fase), el piloto No. 2 a 22.57 Kg/cm<sup>2</sup> (monitor) y el No. 3 a 20.85 Kg/cm<sup>2</sup> (segunda fase y/ó trabajador).

Es decir que su funcionamiento será como se describe a continuación:

si en el tren de regulación por el cual esté fluyendo el gas llegará a fallar el regulador segunda fase y/ó trabajador, tomará el control de la presión el regulador monitor; la regulación se hará en una sola fase y la presión intermedia bajará, si por encima de eso de la misma manera fallara el regulador monitor y sobrepasara la presión a la cual está calibrado y siguiera aumentando la presión en la ERM hasta alcanzar la presión a la cual esta calibrada la válvula de seguridad (25.20 Kg/cm<sup>2</sup>), ésta automáticamente se abrirá, con esto se asegura que se pueda llegar a la ERM y poder realizar lo necesario en los trenes de regulación para seguir abasteciendo el gas a los socios industriales, si la válvula de seguridad no llegara a ser suficiente y la presión en la ERM siguiera aumentando hasta alcanzar la presión de calibración de la válvula de corte automático localizada aguas arriba de la regulación en el tren 2, esta al censar la presión de calibración automáticamente cerrara para asegurar que no se tendrá una sobre presión en todo el sistema y se cortara el flujo de gas a la red general. Seguido de esto se encuentra una Tee donde se ubica la válvula de seguridad antes mencionada.

Por último, aguas abajo del extremo recto lateral con dirección hacia le salida de la estación se tienen 3 insertos, el primero de ellos será toma de señal para la instalación de un transmisor de presión que monitoreara la presión de salida de la estación, así como también se colocara un manómetro y verificar presión de salida en forma analógica; el segundo inserto será para tomar la presión hacia el tanque del equipo de odorización y el tercero será para inyección del odorizante al gas natural para que sea transportado por el gasoducto ya odorizado.

Después del último codo se tiene una junta monoblock para aislar eléctricamente la ERM de la electricidad estática que se genera en la tubería por el flujo del gas natural.



## V.2 Incluir las hojas de datos de seguridad (MSDS) de las sustancias y/o materiales peligrosos involucrados, de acuerdo a la NOM-114-STPS-1994.

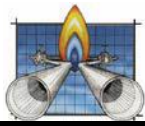
La sustancia química peligrosa involucrada en la etapa de operación del proyecto, es el Gas Natural, por lo que la a continuación se describen algunas de las características de esta sustancia.

**Nombre:** Gas Natural - Gas Metano,  
**Familia química:** Hidrocarburo parafínico,  
**Peso molecular:** 16,042,  
**Estado físico, color y olor:** Gas incoloro, inodoro e insípido,  
**Punto de fusión (760 mm Hg):** - 182,50 °C,  
**Punto de ebullición (760 mm Hg):** - 161,50 °C,  
**Temperatura crítica:** - 82,50°C,  
**Calor específico:** 1,308 Kcal/Kg,  
**Calor de fusión:** 14 Kcal/Kg,  
**Calor de vaporización:** 122 Kcal/Kg,  
**Presión crítica:** 45,8 atm,  
**Densidad crítica:** 0,162,  
**Densidad del vapor (760 mm Hg):** 0,554,  
**Densidad específica (aire= 1):** 0,68,  
**Temperatura de auto ignición:** Entre 5 370 y 6 510°C  
**Volumen crítico:** 0,098 m<sup>3</sup>/Kg/mol,  
**Solubilidad en agua:** 0,4 – 20 microgramos/100 cm<sup>3</sup>,  
**Punto de inflamación:** 5 370 °C,  
**Límite inferior de explosividad:** 5 % gas en el aire,  
**Límite superior de explosividad:** 15 % gas en el aire,  
**M<sup>3</sup> de aire para quemar 1 m<sup>3</sup> gas:** 9,53.

El gas natural es incoloro, inodoro, insípido, sin forma particular y más ligero que el aire. Se presenta en su forma gaseosa por debajo de los -161 °C. Por razones de seguridad, se le añade mercaptano, un agente químico que le da un olor a huevo podrido, con el propósito de detectar fugas de esta sustancia.

Es una mezcla de hidrocarburos ligeros, compuesto principalmente de metano, etano, propano, butanos y pentanos; además de lo anterior, cuenta con otros componentes tales como el CO<sub>2</sub>, el helio, el sulfuro de hidrógeno y el nitrógeno su composición nunca es constante, sin embargo, se puede decir que su componente principal es el metano (mínimo 90%). Posee una estructura de hidrocarburo simple, compuesto por un átomo de carbono y cuatro de hidrógeno (CH<sub>4</sub>). Cabe mencionar, que el metano es altamente inflamable, se quema fácilmente y emite muy poca contaminación. Por lo anterior el Gas Natural no es ni corrosivo ni tóxico, su temperatura de combustión es elevada y posee un estrecho intervalo de inflamabilidad, lo que hace de él un combustible fósil seguro en comparación con otras fuentes de energía; es más ligero que el aire y a pesar de sus altos niveles de inflamabilidad y explosividad las fugas o emisiones se disipan rápidamente en las capas superiores de la atmósfera, dificultando la formación de mezclas explosivas en el aire. Esta característica permite su preferencia y explica su uso cada vez más generalizado en instalaciones domésticas e industriales y como carburante en motores de combustión interna. Además presenta además ventajas ecológicas, ya que al quemarse produce bajos índices de contaminación, en comparación con otros combustibles.

Así mismo el gas natural, es un asfixiante simple que no tiene propiedades peligrosas inherentes, ni presenta efectos tóxicos específicos, pero que actúa como excluyente del oxígeno para los pulmones. El efecto de los gases asfixiantes simples es proporcional al grado en que disminuye el oxígeno en el aire que se respira; por lo que en altas concentraciones puede producir asfixia.



**Ver Anexo 5 HDS del Gas Natural.**

**V.4.1 Describir las condiciones de operación del ducto, así como el estado físico de la sustancia transportada.**

La sustancia manejada en las tuberías de conducción, será Gas Natural, el cual se transportará en estado gaseoso, desde la interconexión con el gasoducto principal de cuarenta y ocho pulgadas de diámetro (48"Ø) hasta los socios de la Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V., ubicados en la ciudad de Cuernavaca.

Las condiciones de operación de las Estaciones de Regulación y Medición, así como del gasoducto serán como se describe a continuación:

En la City Gate Morelos, el tren No. 1 de regulación tendrá inicialmente una válvula de corte automático calibrada a 22.72 Kg/cm<sup>2</sup>, después el regulador No.1 tendrá el piloto No. 1 calibrado a 47.1.0 Kg/cm<sup>2</sup> (primera fase), el piloto No. 2 del regulador No. 1, estará calibrado a 22.57 Kg/cm<sup>2</sup> (monitor) y el regulador No. 2 tendrá el piloto No. 3 a 21.5 Kg/cm<sup>2</sup> (segunda fase y/ó trabajador). De tal manera, que si en el tren de regulación No. 1, por el cual este fluyendo gas llegará a fallar el regulador segunda fase y/ó trabajador, tomará el control de la presión el piloto No. 2, del regulador monitor; la regulación se hará en una sola fase y la presión intermedia bajará a 22.57 Kg/cm<sup>2</sup>, si por encima de eso de la misma manera fallara el regulador monitor y sobrepasara la presión a la cual esta calibrado, la presión seguirá incrementándose hasta alcanzar la presión a la cual esta calibrada la válvula de corte automático por alta presión y cortara el flujo de gas por el tren de regulación # 1.

El tren de regulación Número dos tendrá cerrado el regulador trabajador (piloto No.3), 2<sup>da</sup> fase debido a que estará censando una presión mayor a la que está calibrado (20.85 Kg/cm<sup>2</sup>), al momento de que el flujo se cortó por alta presión en el tren de regulación número uno, empezará a decrecer la presión en el sistema hasta alcanzar la presión a la que está calibrado el piloto No. 3 del tren de regulación 2, el cual abrirá automáticamente permitiendo el flujo de gas por este tren y así continuar con el abastecimiento de gas a los socios industriales, a continuación se detallan las presiones a las cuales operara el tren de regulación número 2:

La válvula de corte automático estará calibrada a 26.21 Kg/cm<sup>2</sup>, por debajo de esta presión estará calibrada la válvula de seguridad, el piloto No. 1 del regulador uno, estará calibrado a 47.1 Kg/cm<sup>2</sup> (primera fase), el piloto No. 2 a 22.57 Kg/cm<sup>2</sup> (monitor) y el No. 3 a 20.85 Kg/cm<sup>2</sup> (segunda fase y/ó trabajador).

A la salida de la CITY GATE Morelos, la presión nominal será de 20 Kg/cm<sup>2</sup> como mínima, la cual es suficiente para dar suministro a los dos socios principales de Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V.





#### **V.4.2 Describir las características de la instrumentación y control.**

La instrumentación requerida para la operación del gasoducto principal, estará conformada únicamente por 4 válvulas de seccionamiento, distribuidas a lo largo del tendido de la línea de conducción.

En la CITY GATE como en las ERM's de los asociados de Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V., la instrumentación requerida es la siguiente:

- Filtros con cartucho coalescente,
- Válvulas de corte automático para proteger la instalación de eventos que pueden ocasionar una condición insegura corriente abajo de la CITY GATE Morelos,
- Arreglo de regulación de presión en dos fases, monitor-trabajador,
- Instrumento de medición de flujo. Es un medidor tipo turbina que envía impulsos a un electrocorrector para cálculo del volumen,
- Válvulas de paso (del tipo globo y de seccionamiento).

Cada uno de los instrumentos mencionados, están contemplados dentro del programa de mantenimiento preventivo y correctivo de la Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V.



## CAPÍTULO VI. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS.

### VI.1 Antecedentes de accidentes e incidentes ocurridos en ductos similares.

En el manejo y operación de gasoductos utilizados para la conducción de Gas Natural, se propone una metodología de análisis de riesgo operativo, debido a los daños causados por fallas mecánicas y debido a terceras partes originadas por la extracción descontrolada de Gas Natural en tomas no autorizadas (tomas clandestinas), en los ductos de conducción de gas natural de las diferentes compañías abastecedoras de gas y principalmente, en ductos a cargo de PEMEX-GAS Y PETROQUÍMICA BÁSICA (PGPB).

De los estudios y análisis realizados por dependencias con gran experiencia dentro del ramo (tal es el caso de PEMEX), se concluye que el factor de riesgo con mayor probabilidad de ocurrencia en gasoductos, es debido principalmente por daños de terceras partes, seguido de los daños por corrosión.

En años recientes, algunas causas fundamentales del incremento de accidentes en los gasoductos de PEMEX han sido, la inadecuada evaluación de los mismos y la falta de gestión para erradicar esta problemática, adicionalmente no hay una base de datos histórica de accidentes en ductos de transporte de hidrocarburos disponible de manera oficial en el país, estas circunstancias repercuten negativamente en la funcionalidad de los ductos en México.

**Fuente: Estudio del Riesgo en Ductos de transporte de gasolina y diesel en México.  
Instituto Politécnico Nacional.**

Como datos históricos, se presenta a continuación la descripción de casos ocurridos en México, relacionados con fugas de Gas Natural en gasoductos en diferentes partes del país.

#### Fuga de Gas Natural en Gasoductos de PEMEX, en el Estado de Veracruz.

Petróleos Mexicanos informó que a las 2:00 a.m. del día 10 de Septiembre del 2007, el sistema SCADA detectó una pérdida de presión inusual en seis puntos de diferentes ductos en el estado de Veracruz ocasionados por actos premeditados, por lo que de inmediato suspendió el suministro de gas natural en dichas líneas. La baja de presión fue ocasionada por explosiones en los siguientes puntos:

1. Válvula de seccionamiento del gasoducto de cuarenta y ocho pulgadas de diámetro (48"Φ), que coincide con Gas Natural de Cactus - San Fernando, a la altura del municipio La Antigua, sin que se presentara incendio. Sin embargo, por motivos de seguridad, Protección Civil estatal realizó la evacuación de los habitantes que se encontraban cerca del evento,
2. Válvula de seccionamiento en el mismo gasoducto de 48"Φ, a la altura del Río Actopan, en el cual se registró un incendio,
3. Trampa de diablos del gasoducto de 48"Φ, Cempoala - Santa Ana, a la altura de Delicias, Tlaxcala., en la cual no se presentó incendio,
4. Válvula de seccionamiento en el gasoducto de 30"Φ, de Minatitlán Veracruz - México D.F. y en el ducto de 24"Φ Cactus, Chiapas – Guadalajara, Jalisco.
5. Válvula de seccionamiento en el mismo gasoducto de 30" (Minatitlán, Veracruz – México, D.F.), además del ducto de 24"Φ (Cactus – Guadalajara), poliducto de 12"Φ y oleoducto de 24"Φ en el Municipio La Balastrea, donde se presentaron incendios debidos a las fugas.
6. Cruce aéreo Algodonera en el gasoducto de 30"Φ, Minatitlán – México, D.F., poliducto de 12"Φ y Oleoducto de 30"Φ, en los cuales se presentó incendio.

Sin embargo, cabe mencionar que cada una de las situaciones de emergencia fue controlada oportunamente por personal de la paraestatal, además de protección civil estatal y municipal.

**Fuente: Frente de Trabajadores de la Energía de México.  
FTE México Energía.**



*Fuga de Gas natural en Gasoducto ubicado en Ecatepec, Estado de México.*

Una fuga de gas natural se registró frente al Centro Comercial Las Américas el día 05 de Septiembre del 2011, por lo que se evacuaron a huéspedes y personal de dicho centro comercial y un hotel ubicado dentro del perímetro de afectación.

De acuerdo con los primeros reportes generados, una de las máquinas que son utilizadas para la construcción de un puente peatonal, ubicado sobre la avenida Central, rompió uno de los ductos que conducen gas natural, propiedad y administrado por la empresa MAXIGAS, así lo indicó el gobierno municipal de Ecatepec, estado de México.

Para evitar riesgos mayores las autoridades cerraron la circulación de la avenida Central frente al Centro Comercial Las Américas.

Al lugar acudieron de inmediato elementos del cuerpo bomberos y Protección Civil, así como de la policía estatal y municipal para tratar de reparar la fuga en uno de los tubos de conducción del Gas Natural.

**Fuente: Periódico El Universal, 06 de Septiembre del 2011**

*Fuga en Gasoducto ubicado en el Distrito Federal.*

El día 10 de Mayo del 2009, elementos del Cuerpo de Bomberos controlaron una fuga de gas natural que se presentó en el perímetro de la colonia CTM Culhuacán sección V, la cual provocó alerta entre los vecinos del lugar.

Reportes de Secretaría de Seguridad Pública del Distrito Federal (SSPDF) indican que los hechos tuvieron lugar en la zona que se ubica sobre la avenida Santa Ana, casi al cruce con Rosa María Sequeira, en la referida colonia de la delegación Coyoacán.

Fueron vecinos y peatones los que reportaron un olor a gas en la zona, por lo que al sitio se movilizaron bomberos y personal de Protección Civil, quienes ubicaron una fisura en un tubo alimentador de gas natural de 4"Φ.

La zona fue acordonada por la policía capitalina mientras se trabajaba para sellar el tubo de gas fracturado. La circulación vehicular se mantuvo abierta y sólo se restringió el paso en el carril de extrema derecha de Santa Ana, con dirección a la Escuela Naval Militar.

Reportes de la Secretaría de Protección Civil capitalina indicaron que como medida preventiva se desalojó a 65 personas de un edificio habitacional cercano y de un plantel de nivel preescolar.

La fuga fue controlada y no se reportaron intoxicaciones ni personas afectadas.

**Fuente: Noticias Terra TV, 11 de Mayo del 2009.**



*Fuga en gasoducto propiedad de PEMEX en el municipio de Las Choapas, Veracruz.*

El 21 de Octubre del 2011, personal activo de Pemex Exploración y Producción (PEP), controló una fuga de gas natural que se presentó en el gasoducto de 6"  $\Phi$  que va de la Estación de Compresoras El Plan, a la Batería Los Soldados, ubicado en el kilómetro 3 dentro del municipio de Las Choapas, Veracruz.

Personal de Mantenimiento a Ductos del Sector Operativo El Plan, procedió a bloquear las válvulas, dejando la línea fuera de operación, y realizar la reparación correspondiente, así como la restauración del área afectada.

Asimismo, personal de Seguridad Física en coordinación con personal militar de la Base de Operación El Plan, como medida preventiva acordonó el lugar.

Pemex Exploración y Producción realizó el análisis de integridad mecánica para determinar la causa del incidente, y declaró que no hubo lesiones en el lugar ni afectaciones por intoxicación.

**Fuente: Periódico Excelsior, 22 de Octubre del 2011.**

*Fuga en gasoducto propiedad de PEMEX en el municipio de San Pedro de las Colonias, Coahuila.*

El día 25 de Enero del 2011, personal especializado de Petróleos Mexicanos (PEMEX) controló una fuga de Gas Natural detectada en el kilómetros 283+007 del gasoducto de 18"  $\Phi$  Monterrey, N. L. - Chávez, Coahuila ubicado en las inmediaciones del municipio de Francisco I. Madero, Coah., en el estado de Coahuila.

Al tenerse conocimiento de los hechos, de inmediato los técnicos de la paraestatal procedieron a sacar de operación el gasoducto para realizar los movimientos operativos e iniciar los trabajos de reparación del ducto. Personal del Sector Torreón de Pemex Gas y Petroquímica Básica, en coordinación con autoridades de Protección Civil, Bomberos y la Dirección de Seguridad Pública de San Pedro de las Colonias, trabajaron conjuntamente para la atención, control y erradicación del incidente.

Como medida preventiva, se determinó necesaria la evacuación de dos empresas maquiladoras, además de dos instituciones educativas de nivel medio superior y superior.

**Fuente: Periódico El Universal, 26 de Enero del 2011.**

*Fuga en gasoducto propiedad de PEMEX en la ciudad de Pachuca, Hidalgo.*

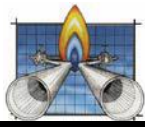
El 30 de Noviembre del 2010, Petróleos Mexicanos (PEMEX) puso bajo control una fuga de Gas Natural que se había registrado en un gasoducto de 6"  $\Phi$  en el tramo que corre de Ranchería - Minera Autlán en el kilómetro 39, dentro del municipio de Villas de Tezontepec en el estado de Hidalgo.

A través del área de comunicación social de la paraestatal, se informó que la fuga fue ocasionada por un acto vandálico y pudo ser detectada durante los trabajos de control que realiza PGPB.

Explicó que la perforación en el ducto y artefactos se dio durante los trabajos que realizaron personas ajenas a la dependencia para la instalación de una toma clandestina. Como medida de seguridad se suspendió de manera momentánea la operación del ducto afectado.

A fin de evitar algún riesgo a la población, se bloquearon las válvulas de bombeo y se disminuyó la presión del fluido para proceder a su reparación. Se destacó la importancia de mantener la vigilancia en la red nacional de ductos a cargo del personal de seguridad de PEMEX-PGPB.

**Fuente: Periódico Vanguardia, 01 de Diciembre del 2010.**



*Fuga en gasoducto propiedad de PEMEX en Cosamaloapan, Veracruz.*

El 24 de Agosto del 2011 se generó una fuga de Gas Natural en los pozos de PEMEX que atraviesan el ejido Fernando López Arias, ubicado a 15 kilómetros de la cabecera municipal de Cosamaloapan, Veracruz.

La fuga se originó en la tarde del miércoles 24 de Agosto, en una válvula en el Pozo de PEMEX denominado “CEHUALACA”, Protección Civil Municipal recibió el reporte de parte de habitantes que se encontraban muy alarmados, también se informó a Protección Civil del Estado, para que se tomarán las medidas conducentes con dicha paraestatal, ya que el objetivo fundamental de Protección Civil es la salvaguarda de la integridad física de la población, de su patrimonio y el entorno ambiental

Al lugar de la fuga, se presentó el Coordinador regional de protección civil, la unidad Municipal de Protección Civil Cosamaloapan, acudiendo posteriormente personal de PEMEX-PGPB encargado de Producción de Campo Alquimia.

La fuga de gas, se controló por la mañana del jueves siguiente, realizando el personal de PEMEX-PGPB los trabajos de cierre de ductos y mantenimiento pertinentes.

**Fuente: Periódico Vanguardia.**

**VI.2 Identificar los puntos probables de riesgo, empleando metodologías específicas cuyos alcances y profundidad de identificación sean similares.**

Los estudios de riesgo involucran principalmente tres grandes temas; la identificación de los riesgos, la probabilidad de ocurrencia de accidentes o eventos y el análisis de consecuencias.

La identificación de los riesgos permite determinar las localizaciones, rutas, características y cantidad de materiales de fuentes potenciales de accidentes por explosión, incendio, fuga o derrame de una sustancia peligrosa. Esto lleva a la formulación de escenarios fundamentales de accidentes, que requiera una mayor consideración y análisis.

El análisis probabilístico permite identificar la verosimilitud de ocurrencia del accidente para examinar y priorizar los escenarios de accidentes potenciales en términos de su probabilidad de ocurrencia.

La evaluación de las consecuencias e impactos asociados con la ocurrencia de los escenarios identificados de accidentes, es el proceso denominado análisis de consecuencias. Este paso permite una comprensión de la naturaleza y gravedad de un accidente y permite un análisis y priorización de los escenarios en términos del impacto potencial del daño en la gente y las instalaciones.

La combinación de resultados de la probabilidad del accidente y del análisis de consecuencias da una medida del riesgo con la actividad específica y este proceso es lo que constituye el análisis de riesgos, que nos permite, priorizar y examinar los escenarios potenciales de accidentes en términos de un riesgo total, que a la vez logre el desarrollo y preparación de un plan de emergencias.

Para la identificación de los riesgos involucrados con el transporte de Gas Natural, se analizarán las condiciones de operación tanto del gasoducto como de las dos Estaciones de Regulación y Medición, incluyendo la City Gate Morelos, para lo cual, se cuenta con los Diagramas de Tubería e Instrumentación (DTI's), así como las memorias técnico descriptivas de cada una de las instalaciones mencionadas.

En base al análisis de falla, se identificarán aquellos puntos vulnerables donde exista mayor probabilidad de riesgo de que ocurra un evento no deseado, los cuales estarán dados principalmente por tuberías,





filtros, válvulas, medidores de flujo, uniones y equipos de regulación, los cuales son instrumentos expuestos a fallas por rotura o por simple defecto de fabricación, además de que el riesgo aumenta si éstos no son conservados debidamente por la deficiente aplicación del programa de mantenimiento y la supervisión constante de los mismos, sin descartar fallas por el factor humano, vandalismo o actividades antropogénicas.

Así mismo, se identificaron todos aquellos puntos importantes por donde se ubicará el gasoducto principal, el cual quedará alojado dentro del derecho de vía de las carreteras Federales No. 160 y 115, tales como, cruces pluviales y carreteros, cuerpos de agua, arroyos y esteros, así como aquellos lugares donde exista concentración de gente, tales como: iglesias, escuelas, centros comerciales y dependencias de gobierno principalmente, mismos que puedan ser afectados en caso de manera directa por la ocurrencia de algún incidente que se pueda presentar en la operación del gasoducto principal.

Aunado a lo anterior, se identificaron aquellos puntos importantes donde la presencia de algún evento no deseado, como una explosión o un incendio en el gasoducto, puedan afectar a instalaciones de alto riesgo, en las que se manejen sustancias peligrosas, tal es el caso de gasolineras o estaciones de gas carburación, ya que en caso de ocurrir una fuga de gas natural que entre en contacto con una fuente de ignición, puede llegar a ocasionar un chorro de fuego que afecte a dichas instalaciones, y que por las características de inflamabilidad de la sustancia que en ellas se maneja, el evento pueda desencadenar un evento mayor, con mayores repercusiones a la infraestructura de la zona y daños al medio ambiente.

Una vez identificados los riesgos presentes en la operación del gasoducto principal, se debe de evaluar la probabilidad de ocurrencia de accidentes o eventos relacionados con dichos riesgos, en base a datos históricos ocurridos en condiciones semejantes de operación, así como en base a las recomendaciones de falla del fabricante de los instrumentos de medición, control y regulación, para así determinar cuantitativamente la probabilidad de que ocurran accidentes en el trayecto del gasoducto, mismo que puedan afectar a la población circundante y al medio ambiente, principalmente.

Al definir la probabilidad de ocurrencia de accidentes de una forma analítica y objetiva, aplicando métodos cualitativa y cuantitativamente, se debe definir el análisis de las consecuencias y los resultados que se pueden obtener en caso de ocurrir un evento catastrófico en la operación del gasoducto, lo cual será realizado, empleando las metodologías específicas que ayuden a determinar las consecuencias de los eventos lo más objetivo posible, tal es el caso del Análisis HAZOP y Árbol de Fallas, mismos que se describen más adelante.

Cabe mencionar que todas las técnicas de evaluación de riesgos comparten la meta de identificar peligros en el proceso de manera sistemática y proporcionar un análisis preliminar, dando la primera fase del estudio. Las técnicas comúnmente usadas para esta evaluación deben cumplir los requerimientos de análisis de riesgo contemplados en la OSHA (Occupational Safety and Health Administration), EPA (Environmental Protection Agency) y la CMA (Chemical Manufacturers Association, así como en Literatura especializada como, Loss Prevention in the Process Industries, second edition.

### **VI.2.1 Análisis HAZOP**

El método Hazop (**HAZ**ard and **OP**erability “Riesgo y Operabilidad”) o análisis de Riesgo y de Operabilidad se concentra en una metodología mediante un enfoque sistémico para identificar tanto riesgos como problemas de operabilidad, más del 80% de las recomendaciones del estudio son problemas de operabilidad y no de, problemas de riesgo. Aunque la identificación de riesgos es el tema principal, los problemas de operabilidad se deben examinar, ya que tienen el potencial de producir riesgos en los



procesos, que resulten en violaciones ambientales y/o laborales o tener un impacto negativo en la productividad.

El análisis de operación y riesgo Hazop, es el método más amplio y reconocido para realizar un análisis de riesgo en procesos industriales. El análisis HAZOP, es un estudio que identifica cada desviación posible de un diseño, de una operación o de una afectación cualquiera, además de todas las posibles causas y consecuencias que pueden ocurrir en las condiciones más adversas para el proceso, siendo así, nos sirve para identificar problemas de seguridad y mejorar la operabilidad de una instalación industrial.

El carácter sistemático del análisis, se realiza con un examen basado en la aplicación sucesiva de una serie de palabras guía, que tienen por objeto proporcionar una estructura de razonamiento, capaz de facilitar la identificación de desviaciones ocasionadas por múltiples causas, para determinar la flexibilidad de las respuestas a afectaciones por errores humanos, fallas de materiales y causas externas a la red, principalmente. De la misma forma se efectúa el análisis para la parte operativa del proceso comprendiendo el control, el mantenimiento y la supervisión del mismo. Cada vez que una desviación razonable es identificada, se analizan sus causas, consecuencias y posibles acciones correctivas, plasmándose en un registro ordenado de los datos y resultados.

El proceso del Hazop involucra aplicar de una manera sistemática, todas las combinaciones relevantes de palabras claves, a la planta bajo estudio, en un esfuerzo de descubrir los problemas potenciales. Los resultados se registran, en un formato de tabla o matriz con encabezados principales, identificados por palabras guía.

A continuación se mencionan las palabras utilizadas en la metodología Hazop.

*Palabras Claves.*

- |                |                      |                |                    |              |
|----------------|----------------------|----------------|--------------------|--------------|
| - Flujo,       | - Reacción,          | - Reducción,   | - Adición,         | - Reducción, |
| - Temperatura, | - Prueba,            | - Nivel,       | - Mantenimiento,   | - Mezclado.  |
| - Viscosidad,  | - Muestreo,          | - Presión,     | - Instrumentación, |              |
| - Nivel,       | - Corrosión/erosión, | - Composición, | - Separación       |              |

*Palabras Operacionales.*

- |                |               |            |                  |
|----------------|---------------|------------|------------------|
| - Aislamiento, | - Inspección, | - Drenaje, | - Mantenimiento, |
| - Ventilación, | - Arranque,   | - Purgado, | - Paro.          |

*Palabras Secundarias.*

Cuando las palabras secundarias se combinan con las primarias, sugieren desviaciones o problemas potenciales. Un listado estándar de las palabras utilizadas se menciona a continuación:



Desviación	Descripción
No	Negación del intento de diseño.
Más	Incremento cuantitativo.
Menos	Decremento cuantitativo.
Además de	Incremento cualitativo.
Parte de	Decremento cualitativo.
Reversa	Opuesto lógico del intento.
Otro que	Sustitución completa.

El presente estudio, contempla los riesgos en el área de influencia de la red de transporte de Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, tanto a las poblaciones por donde se ubicará el derecho de vía, como a los puntos que inciden en riesgos derivados por la modificación y acondicionamiento de áreas para usos humanos, tales como cruces carreteros, instalaciones industriales de los socios, así como a aquellos puntos en los que las instalaciones representen un alto riesgo de incendio, tal es el caso de gasolineras y estaciones de gas carburación, principalmente.

La selección de los 37 (treinta y siete) nodos a considerar para la evaluación de riesgos en la operación del gasoducto principal propiedad de Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V., fue realizada a través de una evaluación de los puntos que representan mayor riesgo a la población por su densidad en el área, mayor riesgo por la presencia de concentración de gente como el caso de escuelas, hospitales e instituciones de gobierno, principalmente, así como por los riesgos de afectación a establecimientos comerciales como gasolineras y estaciones de gas.

Para cada uno de los nodos se incluye:

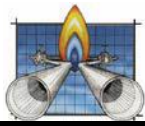
- Las consideraciones de cada escenario,
- La hoja (2) de resultados del escenario simulado,
- Tabla resumen del escenario, eventos, radios de afectación, radiación térmica, sobrepresiones, chorro horizontal y sus respectivas figuras,
- Efectos sobre la población e infraestructura existente en la ZA y ZAR,
- En el Anexo No. 10 los respectivos árboles de fallas para cada nodo.

Relación de Nodos determinados para la realización del análisis:

- ❖ Estación de Regulación y Medición City Gate Morelos, (coordenadas geográficas de 18° 46' 11,66" Latitud Norte y 98° 53' 33,56" Longitud Oeste) (**Ver página 16**),
- ❖ Estación de Regulación y Medición BUKMAN (coordenadas geográficas de 18° 53' 16,31" Latitud Norte y 99° 09' 03,83" Longitud Oeste) (**Ver página 28**)
- ❖ Estación de Regulación y Medición NISSAN (coordenadas geográficas de 18° 54' 10,84" Latitud Norte y 99° 10' 26,70" Longitud Oeste) (**Ver página 40**),
- ❖ Estación de Regulación y Medición DR. REDDYS (coordenadas geográficas de 18° 54' 19,85" Latitud Norte y 99° 10' 31,18" Longitud Oeste) (**Ver página 52**),



- ❖ Estación de Regulación y Medición SAINT GOBAIN (coordenadas geográficas de 18° 44' 37,54" Latitud Norte y 98° 55' 04,16" Longitud Oeste) (**Ver página 64**),
- ❖ Estación de Regulación y Medición UNILEVER (coordenadas geográficas de 18° 54' 56,78" Latitud Norte y 99° 10' 34,06" Longitud Oeste) (**Ver página 77**),
- ❖ Estación de Regulación y Medición KOLORINES (coordenadas geográficas de 18° 54' 58,23" Latitud Norte y 99° 11' 00,59" Longitud Oeste) (**Ver página 89**),
- ❖ Estación de Regulación (ER4) (coordenadas geográficas de 18° 55' 01,52" Latitud Norte y 99° 11' 12,71" Longitud Oeste) (**Ver página 102**),
- ❖ Estación de Regulación (ER8) (coordenadas geográficas de 18° 55' 02,14" Latitud Norte y 99° 10' 33,48" Longitud Oeste) (**Ver página 114**),
- ❖ Estación de Regulación y Medición INGENIO (coordenadas geográficas de 18° 51' 21,89" Latitud Norte y 98° 56' 33,26" Longitud Oeste) (**Ver página 126**),
- ❖ Estación de Regulación y Medición BURLINGTON (coordenadas geográficas de 18° 52' 00,64" Latitud Norte y 98° 52' 43,52" Longitud Oeste) (**Ver página 139**),
- ❖ Estación de Regulación y Medición CONTINENTAL (coordenadas geográficas de 18° 44' 57,08" Latitud Norte y 98° 54' 53,90" Longitud Oeste) (**Ver página 151**),
- ❖ Estación de Regulación y Medición UQUIFA (coordenadas geográficas de 18° 54' 49,99" Latitud Norte y 99° 10' 00,54" Longitud Oeste) (**Ver página 164**),
- ❖ Estación de Regulación y Medición BAXTER (coordenadas geográficas de 18° 55' 23,57" Latitud Norte y 99° 10' 11,32" Longitud Oeste) (**Ver página 176**),
- ❖ Estación de Regulación y Medición IMSS (coordenadas geográficas de 18° 55' 18,74" Latitud Norte y 99° 12' 20,65" Longitud Oeste) (**Ver página 188**),
- ❖ Estación de Regulación y Medición GRUPAK (coordenadas geográficas de 18° 54' 38,58" Latitud Norte y 99° 12' 50,84" Longitud Oeste) (**Ver página 200**),
- ❖ Estación de Regulación y Medición BRIDGESTON (coordenadas geográficas de 18° 56' 17,87" Latitud Norte y 99° 11' 25,44" Longitud Oeste) (**Ver página 212**),
- ❖ Válvula de seccionamiento No. 01 de 6"Φ PE, instalada en ramal de Polietileno (con coordenadas geográficas de 18° 55' 14,81" Latitud Norte y 99° 11' 59,83" Longitud Oeste) (**Ver página 224**).
- ❖ Válvula de seccionamiento No. 03 de 6"Φ AC, instalada en el gasoducto principal de Acero al Carbón (con coordenadas geográficas de 18° 54' 41,55" Latitud Norte y 99° 10' 52,71" Longitud Oeste) (**Ver página 236**).
- ❖ Válvula de seccionamiento No. 04 de 6"Φ AC, instalada en el gasoducto principal de Acero al Carbón (con coordenadas geográficas de 18° 54' 41,22" Latitud Norte y 99° 10' 50,73" Longitud Oeste) (**Ver página 248**).



- ❖ Válvula de seccionamiento No. 07 de 4"Φ PE, instalada en ramal de Polietileno (con coordenadas geográficas de 18° 55' 07,62" Latitud Norte y 99° 10' 27,88" Longitud Oeste) (**Ver página 260**).
- ❖ Válvula de seccionamiento No. 11 de 4"Φ PE, instalada en ramal de Polietileno (con coordenadas geográficas de 18° 54' 54,39" Latitud Norte y 99° 10' 06,00" Longitud Oeste) (**Ver página 272**).
- ❖ Válvula de seccionamiento No. 14 de 8"Φ AC, instalada en gasoducto principal de Acero al Carbón (con coordenadas geográficas de 18° 53' 38,96" Latitud Norte y 99° 07' 57,18" Longitud Oeste) (**Ver página 284**).
- ❖ Válvula de seccionamiento No. 15 de 8"Φ AC, instalada en gasoducto principal de Acero al Carbón (con coordenadas geográficas de 18° 51' 57,09" Latitud Norte y 99° 05' 20,29" Longitud Oeste) (**Ver página 296**).
- ❖ Válvula de seccionamiento No. 17 de 8"Φ AC, instalada en gasoducto principal de Acero al Carbón (con coordenadas geográficas de 18° 53' 08,08" Latitud Norte y 98° 58' 08,15" Longitud Oeste) (**Ver página 308**).
- ❖ Válvula de seccionamiento No. 18 de 10"Φ AC, instalada en gasoducto principal de Acero al Carbón (con coordenadas geográficas de 18° 50' 13,17" Latitud Norte y 98° 55' 25,63" Longitud Oeste) (**Ver página 320**).
- ❖ Válvula de seccionamiento No. 19 de 4"Φ AC, instalada en ramal de Acero al Carbón (con coordenadas geográficas de 18° 50' 12,64" Latitud Norte y 98° 55' 23,97" Longitud Oeste) (**Ver página 332**).
- ❖ Válvula de seccionamiento No. 20 de 10"Φ AC, instalada en gasoducto principal de Acero al Carbón (con coordenadas geográficas de 18° 46' 22,84" Latitud Norte y 98° 53' 47,55" Longitud Oeste) (**Ver página 344**).
- ❖ Válvula de seccionamiento No. 21 de 6"Φ AC, instalada en gasoducto principal de Acero al Carbón (con coordenadas geográficas de 18° 46' 19,89" Latitud Norte y 98° 53' 46,24" Longitud Oeste) (**Ver página 356**).
- ❖ Válvula de seccionamiento No. 22 de 6"Φ AC, instalada en ramal de Acero al Carbón (con coordenadas geográficas de 18° 44' 46,87" Latitud Norte y 98° 54' 51,88" Longitud Oeste) (**Ver página 368**).
- ❖ Válvula de seccionamiento No. 23 de 6"Φ AC, instalada en ramal de Acero al Carbón (con coordenadas geográficas de 18° 44' 45,56" Latitud Norte y 98° 54' 50,67" Longitud Oeste) (**Ver página 380**).
- ❖ Cadenamiento 42+500 de la trayectoria del gasoducto, dentro del municipio de Jiutepec, (coordenadas geográficas 18° 53' 26,36" Latitud Norte y 99° 08' 35,77" Longitud Oeste) (**Ver página 392**).
- ❖ Cadenamiento 44+500 de la trayectoria del gasoducto, dentro del municipio de Jiutepec, (coordenadas geográficas 18° 53' 06,37" Latitud Norte y 99° 09' 38,32" Longitud Oeste) (**Ver página 404**).





- ❖ Cadenamiento 36+500 de la trayectoria del gasoducto, dentro del municipio de Yautepec, (coordenadas geográficas 18° 51' 37,17" Latitud Norte y 99° 07' 16,81" Longitud Oeste (**Ver página 416**).
- ❖ Cadenamiento 30+000 de la trayectoria del gasoducto, dentro del municipio de Yautepec, (coordenadas geográficas 18° 52' 14,28" Latitud Norte y 99° 04' 07,05" Longitud Oeste (**Ver página 428**).
- ❖ Cadenamiento 11+500 de la trayectoria del gasoducto, dentro del municipio de Cuautla, (coordenadas geográficas 18° 51' 11,27" Latitud Norte y 98° 56' 20,27" Longitud Oeste (**Ver página 440**).
- ❖ Cadenamiento 7+000 de la trayectoria del gasoducto, dentro del municipio de Yecapixtla, (coordenadas geográficas 18° 49' 17,37" Latitud Norte y 98° 55' 14,43" Longitud Oeste (**Ver página 452**).

**Ver Anexo 6.** Plano de ubicación del Gasoducto de 6"Φ.

### **VI.2.3. Evaluación y Jerarquización de Riesgos y descripción general de la técnica utilizada**

Para seleccionar la metodología a emplear en el presente estudio de riesgo se definió el nivel de riesgo (0, 1, 2 ó 3) requerido, obteniéndose un nivel de riesgo 0, para ductos terrestres.

La técnica utilizada para identificar los riesgos en las áreas operativas se describe a continuación:

- **Método Análisis de Riesgo y de Operabilidad de los Procesos (HAZOP)**

La metodología HAZOP es una técnica cualitativa para la identificación de riesgos. El método involucra, la investigación de desviaciones de procesos o equipos, realizado por un grupo de individuos con experiencia en las diferentes áreas tales como; ingeniería, producción, mantenimiento, química y seguridad. Se identifican tanto riesgos como problemas de operabilidad, más del 80% de las recomendaciones del estudio son problemas de operabilidad y no de por sí, problemas de riesgo, estos problemas se deben examinar, ya que tienen el potencial de producir riesgos en los procesos, que resulten en violaciones ambientales y/o laborales o tener un impacto negativo en la productividad.

El procedimiento HAZOP, involucra tener una descripción y documentación completa de la planta o proceso a realizar, y sistemáticamente cuestionar cada parte, para identificar como se pueden producir desviaciones del intento de diseño. Una vez identificados, se hace una evaluación, para determinar si tales desviaciones y sus consecuencias, pueden tener un efecto negativo en la seguridad y operación eficiente de la planta.

El HAZOP aporta recomendaciones de seguridad adicionales a la revisión de seguridad y permite identificar acciones críticas para la seguridad y evaluar o recomendar acciones para remediar la situación. Los resultados deben ser una lista en forma de tabla que contenga los hallazgos del equipo los cuales incluyen la identificación de los riesgos del proceso, los problemas operativos, las causas, las consecuencias, las salvaguardas y las recomendaciones.



#### ▪ Evaluación y Jerarquización de Riesgo

Como resultado de los análisis realizados en base a las memorias técnico descriptivas y diagramas de instrumentación de las estaciones de regulación, City Gate y gasoducto principal, se tomaron en cuenta aquellos sucesos donde estuvieran involucrados los eventos similares ocurridos en otras zonas donde se realiza el mismo sistema de transporte, por lo que se tomaron en cuenta los accesorios tales como: válvulas, medidores, bridas, reguladores y tuberías de conducción, para la determinación de las desviaciones, causas y consecuencias de eventos producidos por fallas mecánicas o de operabilidad. Para establecer las probabilidades de que se presenten las desviaciones establecidas en cada uno de los nodos, se empleo el método Árbol de Fallas, mediante el software FaultrEASE, Arthur D'Little, versión 2.0, metodología que se describe en el siguiente punto. Así mismo con literatura especializada como: Loss Prevention in the Process Industries, second edition, volumen I, II y III.

**Ver Anexo 7.** HAZOP y Nodos seleccionados.

#### ▪ Árbol de Fallas.

El Árbol de Fallas es una herramienta empleada para el análisis de cómo pueden llegar a ocurrir y de las posibles interrelaciones entre los eventos. Se trata de un proceso deductivo que permite determinar cómo puede tener lugar un suceso en particular apoyando en la cuantificación de los riesgos involucrados.

El árbol de fallas descompone un accidente en sus elementos contribuyentes, ya sean éstos, fallas humanas o de equipos del proceso, sucesos externos, etc. El resultado es una representación lógica en la que aparecen cadenas de sucesos capaces de generar un suceso culminante que ocupa la cúspide del árbol.

De manera sistemática y lógica se representan las combinaciones de las situaciones que pueden dar lugar a la producción del "evento a evitar", conformando niveles sucesivos de tal manera que cada suceso esté generado a partir de sucesos del nivel inferior, siendo el nexo de unión entre niveles la existencia de "operadores o puertas lógicas (OR y AND)".

El árbol se desarrolla en sus distintas ramas hasta alcanzar una serie de "sucesos básicos", denominados así porque no precisan de otros anteriores a ellos para ser explicados. También alguna rama puede terminar por alcanzar un "suceso no desarrollado" en otros, sea por falta de información o por la poca utilidad de analizar las causas que lo producen.

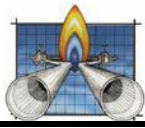
La metodología empleada consiste en representar cada interrelación con un símbolo del álgebra de Boole.

Si para la ocurrencia de un evento se requiere que dos o más condiciones se cumplan simultáneamente, utilizamos el símbolo "AND" y si para la ocurrencia sólo se requiere que una de dos o más condiciones se cumpla, usamos la compuerta "OR". Multiplicando y/o sumando todas las probabilidades de los eventos contribuyentes unidos mediante una misma compuerta "AND" o "OR", se obtiene la probabilidad del evento del siguiente nivel jerárquico.

### VI.3 Determinar los radios potenciales de afectación.

#### VI.3.1 Justificación de los modelos de simulación.

Por la naturaleza de las actividades que realiza la empresa, se tienen riesgos potenciales en todas las secciones y componentes que constituyen la red de transporte. En todo el sistema existen una serie de uniones, accesorios y equipos que pueden llegar a fallar bajo determinadas circunstancias y dado que



están sometidas a presión interna positiva, en caso de fallas la emisión del gas natural a la atmósfera es inmediata.

Una fuga procedente de las tuberías, equipos y accesorios, deriva en el traslado de una masa de gas a través de la atmósfera en forma de una nube limitada geoméricamente o de una pluma gaseosa, con un punto de escape y una masa extendida en la dirección del viento y con la distribución de distintas concentraciones en su interior.

Ambas formas de emisión, están sometidas a un grado creciente de dilución en el aire que hace que las concentraciones en la nube o en la pluma vayan disminuyendo conforme transcurre el tiempo y se alejan del punto de emisión. El grado de dilución depende de varios factores siendo los más relevantes la cantidad de material emitida, la densidad de la nube de gas, la estabilidad de la atmósfera y la altura del punto de emisión.

La evaluación de los riesgos a través de los escenarios más probables junto a la simulación de los eventos máximos definidos con el software SCRI Versión 4.0 y SCRI fuego Versión 1.0, permite determinar las áreas potencialmente vulnerables, de tal manera que se generen recomendaciones para evitar la ocurrencia del evento o contar con la protección adecuada en caso de que este ocurra. Para las actividades de operación y mantenimiento de la red de transporte de Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, se han identificado 37 escenarios de riesgo potencial, los cuales involucran eventos por incendio que a su vez podrían desencadenar una explosión.

### **Modelación de Dispersión de la pluma (Isoconcentraciones).**

El modelo de dispersión en aire usado en este análisis de riesgo, para predecir concentraciones para los peores escenarios, fue el SCRI (Modelos atmosféricos para simulación de contaminación y riesgos industriales) en su versión 4.0, este modelo tiene su concepción original en 1985 a través del sistema de información rápida de impacto ambiental "SIRIA", basándose primordialmente en técnicas metodológicas de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA).

El modelo SCRI es utilizado para predecir concentraciones puntuales de exposición de un contaminante de una fuente emisora y sirve para caracterizar otras fuentes de emisión en una instalación industrial sean puntuales, de área, o volumétricas tanto a nivel del suelo como a alturas elevadas. Se basa en análisis de velocidades de viento en conjunción con las condiciones del contaminante emitido.

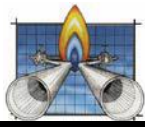
El modelo de pluma Gaussiana o el Modelo para Gas Pesado son usados en este modelo para estimar las concentraciones en la dirección del viento desde la fuente, mediante la predicción de la forma en que la pluma se dispersará a las condiciones establecidas.

Además, el modelo puede tomar en cuenta factores aerodinámicos, efectos de fricción en edificios, dispersión inducida por fuerzas boyantes y precipitación gravitacional de partículas. Esas opciones son particularmente útiles para estimar el comportamiento de la pluma en los alrededores de las estructuras de los edificios.

El modelo SCRI estima concentraciones al nivel del suelo a distancias específicas alrededor de la fuente emisora. El usuario puede definir receptores en coordenadas polares o cartesianas además de lugares de recepción discretos.

### **Modelación de Explosiones (Sobrepresión).**

Para realizar las simulaciones de los efectos por sobrepresiones en los tres escenarios definidos para el presente estudio se utilizó el modelo SCRI Fuego (Simulación de Contaminación y Riesgos Industriales) en la versión 1.1, el cual es un conjunto de herramientas, para simular en computadora; emisiones de contaminantes, fugas y derrames de productos tóxicos y daños por nubes explosivas, para estimar escenarios de afectación de emisiones continuas o instantáneas, bajo diversas condiciones



meteorológicas, para estudios de riesgo e impacto ambiental, diseño de plantas e instalaciones industriales y apoyar en la capacitación y entrenamiento de personal, en el manejo de situaciones de emergencia.

Si partimos de la premisa que una explosión se caracteriza por la liberación repentina de energía que produce un área momentánea de alta presión en el medio ambiente, entonces la emisión de energía y la disipación de la energía hacia el medio ambiente debe ocurrir muy rápido a fin de que el evento sea clasificado como explosión.

El efecto de una explosión se debe a la disipación de la energía liberada y una gran parte de la energía liberada se transforma en un incremento de presión en la atmósfera (sobrepresión explosiva).

### **Modelación de incendio.**

Este modelo calcula y proporciona los radios de la zona en donde el fuego provoca quemaduras a personas sin protección, dichos radios están dados en dos escalas que determinan quemaduras letales para el radio que delimita los  $9.5 \text{ kw/m}^2$  y quemaduras de segundo grado para el radio que marca los  $5 \text{ kw/m}^2$  de radiación. El modelo trabaja con los siguientes parámetros del gas natural:

- Peso molecular,
- Gravedad específica,
- Temperatura,
- Área del incendio.

El modelo asume que la velocidad del viento es insuficiente, como para mantener un área circular de fuego y que las personas expuestas no están protegidas completamente contra los efectos de la radiación térmica por el uso de cualquier ropa.

Límites para definición de las áreas de riesgo y amortiguamiento.

Para poder definir los límites con los que se establecen los escenarios y las zonas de seguridad en el entorno de los mismos, se utilizan los criterios dados por la Dirección General de Materiales, Residuos y Actividades riesgosas del Instituto Nacional de Ecología.

En todos los escenarios definidos, los límites isopléticos para el análisis de dispersión fueron definidos para:

- Límite Superior de Explosividad (LSE) = 150 000 ppm (15%),
- Límite Inferior de Explosividad (LIE) = 50 000 ppm (5%),
- Valor propuesto para estimar las distancias a una concentración de 25 000 ppm (1.0%).

Mientras que para la radiación térmica y las sobrepresiones se cuenta con los siguientes valores definidos por el Instituto Nacional de Ecología de la SEMARNAT.

Inflamabilidad (radiación térmica).

- Zona de alto riesgo:  $5 \text{ Kw/m}^2$  (Kilowatt por metro cuadrado),
- Zona de medio riesgo:  $3 \text{ Kw/m}^2$ , (Kilowatt por metro cuadrado),
- Zona de bajo riesgo (amortiguamiento):  $1,4 \text{ Kw/m}^2$  (Kilowatt por metro cuadrado).

Explosividad (sobre presión)

- Zona de alto riesgo:  $3,0 \text{ lb/plg}^2$  (Libras por pulgada cuadrada),
- Zona de medio riesgo:  $1,0 \text{ lb/plg}^2$  (Libras por pulgada cuadrada),
- Zona de bajo riesgo (amortiguamiento):  $0,5 \text{ lb/plg}^2$  (Libras por pulgada cuadrada).



Una evaluación del riesgo sólo queda completa si se conocen las consecuencias de un accidente por muy eventual que sea. Por este motivo, la última etapa de una evaluación de riesgo consiste en analizar las consecuencias de un accidente potencial importante en la estación de regulación y medición City Gate Morelos y su efecto en las inmediaciones de la instalación y en el medio ambiente.

El análisis de consecuencias busca determinar la magnitud de las consecuencias de un incidente peligroso, esto es, un acontecimiento que por lo general ocurre sin advertencia, durante un periodo corto y con efectos potencialmente serios en personas y propiedades.

En la práctica, el análisis de consecuencias atiende los siguientes factores:

- Término de la fuente,
- Dispersión,
- Efecto.

### ***Factores de mitigación.***

*Término de la fuente.* Es la evaluación de las características de la liberación peligrosa inicial, y es la base sobre la cual se construye el resto de la secuencia del análisis.

*Dispersión.* Los modelos de dispersión se aplican a escenarios de liberaciones al aire y se clasifican en términos de la diferencia en densidad entre el material liberado y la atmósfera.

*Fuego y explosión.* Se hace énfasis en peligros provenientes de liberaciones que causan radiación térmica e impactos de presión para poder estimar los efectos de éstos en personas y materiales.

*Factores de mitigación.* Estos modelos analizan datos para sistemas de aislamiento, barreras, procedimientos de evacuación y acciones evasivas durante accidentes.

Los efectos de los incendios sobre las personas son quemaduras de piel por exposición a las radiaciones térmicas. La gravedad de las quemaduras depende de la intensidad del calor y del tiempo de exposición. La radiación térmica es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia de la fuente. En general, la piel resiste una energía térmica de 10 Kw/m<sup>2</sup> durante aproximadamente 5 segundos y de 30 Kw/m<sup>2</sup> durante sólo 0.4 segundos antes de que sienta dolor.

Para evaluar los efectos en un incendio, se tomarán como base los datos indicados en la siguiente tabla:

**Tabla VI.3.1.1.** Efectos de la Radiación Térmica.

<b>Intensidad (Kw/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Efectos</b>
37.5	Suficiente para causar daños en materiales,
25	Energía mínima para ignición de madera en una exposición indefinida,
12.5	Energía mínima para ignición de madera, fusión de tubería plástica,
9.5	Umbral de dolor alcanzado después de 8 segundos, quemaduras de segundo grado después de 20 segundos,
4	Suficiente para causar dolor a personas si no se resguarda después de 20 segundos; posibles quemaduras de segundo grado
1.6	No causará incomodidad en exposiciones prolongadas.





FUENTE: Chemical Process Quantitative Risk Analysis, CCPS, 1989.

Los efectos producidos por una explosión, se generan a través de una serie de ondas expansivas, de tal forma que las ondas de mayor presión están situadas formando una circunferencia cercana al centro de la nube y las de menor presión se sitúan en circunferencias de diámetros mayores. La tabla siguiente muestra la relación entre la sobrepresión y el tipo de daño asociado

Tabla VI.3.1.2. Efectos de la Radiación Térmica.

Sobrepresión (KPa)	Efectos
0.7 a 1	Cristales rotos (5%),
1.4 a 3	Cristales rotos (50%),
3 a 6	Cristales rotos (90%),
3 a 5	Tejas desplazadas,
6 a 9	Marcos de puertas y ventanas rotos,
14 a 28	Caída parcial de casas,
35 a 80	50% a 75% destrucción de casas,
80 a 260	Demolición completa.

FUENTE: Chemical Process Quantitative Risk Analysis, CCPS, 1989.

### VI.3.2 Descripción de los Escenarios.

Los parámetros utilizados para realizar las simulaciones, fueron en base a lo establecido por la Guía SEMARNAT, así mismo, las condiciones ambientales consideradas fueron tomadas de la Guía COMERI 144 rev 1.

Tabla VI.3.2.1 Criterios para el análisis de consecuencias.

	TOXICIDAD (CONCENTRACIÓN)	INFLAMABILIDAD (RADIACION TERMICA)	EXPLOSIVIDAD (SOBREPRESION)
Zona de Alto Riesgo	IDLH	5 KW/m <sup>2</sup> o 1 500 BTU/Pie <sup>2</sup> h	1.0 psi (lb/plg <sup>2</sup> )
Zona de Amortiguamiento	TLV <sub>8</sub> o TLV <sub>15</sub>	1,4 KW/m <sup>2</sup> o 440 BTU/Pie <sup>2</sup> h	0.5 psi (lb/plg <sup>2</sup> )

Tabla VI.3.2.2 Condiciones Ambientales.

Condiciones Ambientales	
Temperatura Ambiental	20 °C
Humedad Relativa	60%,
Estabilidad/Viento (1)	1 m/s

Los escenarios que se describen a continuación, corresponden a fugas de gas que alcanzan una fuente de ignición (JET FIRE) y sobrepresión provocada por nubes explosivas, en las Estaciones de Regulación y Medición de los socios comerciales, así como en cada una de las válvulas de seccionamiento que conforman el sistema de transporte de gas natural, principalmente.



**Escenario 1: Estación de Regulación y Medición City Gate Morelos con una rotura diametral del 100% y 20% del gasoducto de alimentación con diámetro de 6”.**

Ocurre una fuga de Gas Natural en el tubo de 6” $\Phi$  de acero al carbón API 5L grado B cédula 80 con un espesor de 0,432”, el cual alimenta a la City Gate Morelos, dicha fuga es causada por una rotura en el ducto de alimentación a causa de una sobrepresión en la línea de suministro.

Consideraciones.

- El tiempo máximo de respuesta por parte del personal operativo para mitigar la fuga en la tubería de 6” $\Phi$  que alimenta a la City Gate Morelos se considera de 15 minutos, debido a que las instalaciones cuentan con válvula de bloqueo y medidores de presión que emiten señales a través del sistema de control del proveedor en su sistema SCADA o del control de la propia City Gate. Además de contar con vialidades existente en la zona, lo que permite un acceso rápido.
- El tipo de liberación de la fuga es continuo durante el tiempo que ocurre.
- A 60 segundos después de haberse generado la fuga, el Gas Natural entra en contacto con una fuente de ignición (chispa), lo cual provoca un JET FIRE.
- El gas inflamable que se escapa por la rotura del gasoducto, forma una atmósfera explosiva la cual alcanza un punto de ignición (chispa) generado por un vehículo al transitar por la zona, a los 60 segundos de concentración de la nube, originando una explosión no confinada.
- El diámetro del orificio es de 152,4 mm para la rotura del 100% y de 30,48 mm para la rotura del 20% de la tubería de 6” $\Phi$  API 5L grado B cédula 80 con un espesor de pared de 0.432”.

Condiciones ambientales y de operación.

- Temperatura del Gas en la tubería: 25°C,
- Velocidad del viento: 1 m/s,
- Humedad relativa: 60%,
- Presión del gas en la tubería: 66,8 Kg/cm<sup>2</sup> (6 552,3 KPa)
- Altura de la fuente de emisión: 1 m.



Evento 1.1. JET FIRE



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)

TITULO DEL MODELO			
Escenario No. 1. Evento 1.1			
DESCRIPCION			
Chorro de fuego ocasionado por una fuga de gas natural provocada por la ruptura diametral del 100% del gasoducto de acero de 6" de diámetro que alimenta a la City Gate Morelos.			
DATOS DE LA SUSTANCIA			
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos	
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP	
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS	
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE	
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50	
Subfamilia	()		
Fórmula	CH4		
Estructura	CH4		
PARAMETROS DE ENTRADA			
Peso Molecular			16.04246 kg/kmol
Calor de Combustión			50029.0 kJ/kg
Concentración Estequiométrica			9.5 %
Temperatura de Ebullición			111.66 °K (-161.49 °C)
Humedad relativa			60.00 %
Temperatura ambiente			298.15 °K (25.00 °C)
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO			
Diámetro del orificio			0.15 m
Presión en la tubería			6552300.0 Pa
Coefficiente de descarga			0.63
Longitud de la flama			31.84362 m
Tasa de emisión de masa			123.827315 kg /s
Clase de emisión			Flujo Sónico
RADIACIÓN CALCULADA A DISTANCIAS ESPECÍFICAS			
Distancia a nivel de piso (m)	Distancia a fuente puntual (m)	Transmisividad	Radiación (kW/m2)
10.000	19.656	0.78	199.7385
25.000	30.189	0.75	81.4675
50.000	52.786	0.72	25.3392
60.000	62.341	0.71	17.8971
70.000	72.016	0.70	13.2380
80.000	81.770	0.69	10.1515
90.000	91.577	0.68	8.0116
100.000	101.422	0.68	6.4720
150.000	150.951	0.65	2.8189
200.000	200.715	0.63	1.5540
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECÍFICOS			
Radiación (kW/m2)	Distancia (m)	Dosis (W/m2) <sup>4/3</sup> tiempo de exposición= 60.00s	Dosis (W/m2) <sup>4/3</sup> tiempo de duración= 840.00 s
1.4000 E+00	2.1041 E+02	9.3970 E+05	1.3156 E+07
3.0000 E+00	1.4560 E+02	2.5960 E+06	3.6345 E+07
5.0000 E+00	1.1354 E+02	5.1299 E+06	7.1819 E+07
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE DOSIS DE RADIACIÓN ESPECÍFICAS			
Dosis (W/m2) <sup>3/4</sup>		Distancia (m)	
9.3970 E+05		5.4399 E+02	
2.5960 E+06		3.7755 E+02	
5.1299 E+06		2.9549 E+02	



Evento 1.2. JET FIRE

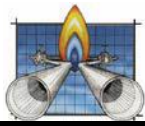


SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)

TITULO DEL MODELO			
Escenario No. 1, Evento 1.2			
DESCRIPCIÓN			
Chorro de fuego ocasionado por una fuga de gas natural provocada por la ruptura diametral del 20% del gasoducto de 6" de diámetro que alimenta a la City Gate Morelos.			
DATOS DE LA SUSTANCIA			
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos	
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP	
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS	
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE	
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50	
Subfamilia	()		
Fórmula	CH4		
Estructura	CH4		
PARAMETROS DE ENTRADA			
Peso Molecular	16.04246 kg/kmol		
Calor de Combustión	50029.0 kJ/kg		
Concentración Estequiométrica	9.5 %		
Temperatura de Ebullición	111.66 °K (-161.49 °C)		
Humedad relativa	60.00 %		
Temperatura ambiente	298.15 °K (25.00 °C)		
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO			
Diámetro del orificio	0.03 m		
Presión en la tubería	6652300.0 Pa		
Coefficiente de descarga	0.63		
Longitud de la flama	6.368724 m		
Tasa de emisión de masa	5.028686 kg /s		
Clase de emisión	Flujo Sónico		
RADIACIÓN CALCULADA A DISTANCIAS ESPECÍFICAS			
Distancia a nivel de piso (m)	Distancia a fuente puntual (m)	Transmisividad	Radiación (kW/m2)
10.000	10.840	0.83	28.1364
25.000	25.348	0.76	4.7671
50.000	50.175	0.72	1.1441
60.000	60.146	0.71	0.7833
70.000	70.125	0.70	0.5684
80.000	80.109	0.69	0.4303
90.000	90.097	0.68	0.3366
100.000	100.088	0.68	0.2702
150.000	150.058	0.65	0.1159
200.000	200.044	0.64	0.0636
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECÍFICOS			
Radiación (kW/m2)	Distancia (m)	Dosis (W/m2) <sup>4/3</sup> tiempo de exposición= 60.00s	Dosis (W/m2) <sup>4/3</sup> tiempo de duración= 840.00 s
1.4000 E+00	4.5378 E+01	9.3970 E+05	1.3156 E+07
3.0000 E+00	3.1367 E+01	2.5960 E+06	3.6345 E+07
5.0000 E+00	2.4427 E+01	5.1299 E+06	7.1819 E+07
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE DOSIS DE RADIACIÓN ESPECÍFICAS			
Dosis (W/m2) <sup>3/4</sup>	Distancia (m)		
9.3970 E+05	1.1742 E+02		
2.5960 E+06	8.1482 E+01		
5.1299 E+06	6.3759 E+01		



### Análisis de interacciones del Escenario 1.

El presente escenario consiste en la formación de un Chorro de Fuego originado por una fuga de Gas Natural en el gasoducto de alimentación a la City Gate Morelos, provocada por la ruptura diametral del 100% y 20% del gasoducto de 6"Φ a causa de una sobrepresión en la línea de suministro, lo cual puede llegar a ser catastrófico para la infraestructura presente en la zona donde se suscita el evento. Por tal efecto, y con fundamento en el análisis de riesgo mediante la metodología de Árbol de Fallas, se utilizó el software Árbol de Fallas (FaultrEASE; Arthur D Little. Hazard Prevention Magazine) (Ver Anexo No. 10 Árboles de Falla), para determinar la probabilidad de ocurrencia de un incendio en el gasoducto principal de transporte, involucrando causas probables, tales como: fallas de instrumentos y/o accesorios y del material de construcción, principalmente, de lo anterior, y como resultado final se tiene que la probabilidad de ocurrencia de un escenario como el que se plantea es de  $7 \times 10^{-6}$ , lo cual de acuerdo a la Fuente de información consultada, lo cataloga como improbable.

- Fuente: (1) Modelo de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones. Dinámica Heurística. 2005  
 (2) Loss Prevention in the Process Industries, Frank P less, second Edition, 1996. Ed. HB Vol. I, II y III. Hazard Identification Assessment and Control  
 (3) Guidelines for Consequence Analysis of Chemical Releases. American Institute of Chemical Engineers (AIChE). 1999.  
 (4) Guideline for Hazard Evaluation Procedures, Second Edition, AIChE 1992.  
 (5) Fault Tree Handbook, U.S. Nuclear Regulatory Commission, 1981.

A continuación se describen las interacciones que puede llegar a tener una fuga de gas natural que al entrar en contacto con una fuente de ignición se convierte en un Jet Fire (Chorro de Fuego), con la infraestructura presente (unidades médicas, instituciones educativas, viviendas e instalaciones de riesgo), describiendo las consecuencias en caso de presentarse dicho escenario.

**TABLA RESUMEN**

COMPAÑÍA DE AUTOABASTECEDORES DE GAS NATURAL DE MORELOS, S.A. DE C.V.				Escenario 1. AYALA, MORELOS			
% de Ruptura por un impacto.	Jet Fire		Explosión no confinada		Chorro Horizontal		
	Ver Figura VI.3.2.1 y VI.3.2.2.		Ver Figuras VI.3.2.3 y VI.3.2.4		Ver Figuras VI.3.2.5 y VI.3.2.6		
City Gate Morelos Ayala, Morelos.	Eventos 1.1 y 1.2		Eventos 1.3 y 1.4		Eventos 1.5 y 1.6		
	Radios de afectación (R.A) (m)	Radiación Térmica (RT) Zonas de Riesgo (ZR)	Radios de Afectación (m)	Sobrepresiones y Zonas de Riesgo.	Radios de Afectación (m)	Isoconcentración (ppm)	
Evento al 100%	1.1	113,54	1.3	238,26	1.5	98,23	10 000
		210,41		405,51		14,92	50 000
						3,24	150 000
Evento al 20%	1.2	24,42	1.4	81,89	1.6	16,76	10 000
		45,37		139,38		2,66	50 000
						1,44	150 000





Efectos sobre la población y/o infraestructura existentes en la ZA y ZAR																			
Jet Fire (Ver Fotos VI.3.2.1 y VI.3.2.2, Ver Figura VI.3.2.1 y VI.3.2.2)	⌘ No hay infraestructura presente en el área en un radio de 300 m, sin embargo la radiación generada por el Jet Fire, causaría daños a los usuarios de la carretera Federal No. 160, que transiten por dicha vialidad al momento de que ocurra el evento.																		
	⌘ <u>Usuarios de la carretera Federal No. 160 dentro de la ZAR (200 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 113 m):</u> - A los 13 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo, - A los 40 segundos, presentarán quemaduras de segundo grado, considerando también asfixia por la disminución de Oxígeno y la exposición a los humos generados por el incendio.																		
	⌘ <u>Usuarios de la carretera Federal No. 129 dentro de la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1.4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio a partir de 80 hasta 210 m):</u> - A los 115 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo en la piel expuesta, - Después de 663 segundos (11.05 min.), presentarán quemaduras de segundo grado,																		
Explosión no Confinada (Ver Figura VI.3.2.3 y VI.3.2.4)	⌘ No hay infraestructura presente en el área en un radio de 400 m, sin embargo la sobrepresión generada por la nube explosiva, causaría daños a los usuarios de la carretera Federal No. 160, que transiten por dicha vialidad al momento de que ocurra el evento.																		
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Sobrepresión</th> <th>Daño esperado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.0</td> <td>Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.</td> </tr> <tr> <td>2.0</td> <td>Colapso parcial de muros y techos de casas.</td> </tr> <tr> <td>3.0</td> <td>Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.</td> </tr> <tr> <td>4.0</td> <td>Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.</td> </tr> <tr> <td>5.0</td> <td>Postes de madera arrancados</td> </tr> <tr> <td>7.0</td> <td>Volcadura de carros de ferrocarril con carga</td> </tr> <tr> <td>9.0</td> <td>Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.</td> </tr> <tr> <td>10.0</td> <td>Posible destrucción total de edificios.</td> </tr> </tbody> </table>	Sobrepresión	Daño esperado	1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.	2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.	3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.	4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.	5.0	Postes de madera arrancados	7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga	9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.	10.0	Posible destrucción total de edificios.
	Sobrepresión	Daño esperado																	
	1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.																	
	2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.																	
	3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.																	
	4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.																	
	5.0	Postes de madera arrancados																	
7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga																		
9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.																		
10.0	Posible destrucción total de edificios.																		
Chorro Horizontal (Ver Figura VI.3.2.5 y VI.3.2.6)	Daños en la salud de los habitantes localizados dentro de cualquiera de los radios de afectación, ya que de acuerdo a la <b>OSHA (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional)</b> , el gas natural se considera como un asfixiante simple a cualquier concentración, por lo que no se establecen tiempos máximos permisibles de exposición a dicha sustancia de acuerdo a la NOM-010-STPS-1999.																		

Por lo anterior, Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V. deberá de:

- Realizar celajes diarios por parte de técnicos capacitados (equipados con Radio con frecuencia controlada y con teléfono celular) y contar con registros de las verificaciones a realizar en cada uno de los recorridos por las instalaciones,
- Contar con un sistema de comunicación directa con oficinas de ELECENOR, para reportar cualquier falla en el suministro de Gas, así como cualquier emergencia que requiera el cierre del Gasoducto operado por ELECENOR. Así mismo mantener comunicación permanente mediante Radio de frecuencia controlada con el personal responsable de la operación del Gasoducto,



- Elaborar y poner en práctica un programa de capacitación dirigido al personal operativo, en relación a los procedimientos establecidos para la ejecución de las actividades de mantenimiento,
- Elaborar y poner en práctica una lista de verificación de tuberías, con el objeto de llevar un control en cuanto a la integridad mecánica de las mismas,
- Las actividades de verificación visual, se deberán realizar diariamente, y al detectar alguna anomalía en la instalación, actuar correctamente con apego a los procedimientos establecidos,
- Instalar letreros y señalamientos alusivos al peligro que representa la instalación, con el objeto de alertar a las personas que transitan por dicha zona.

**Radios de Afectación  
Eventos 1.1 y 1.2**

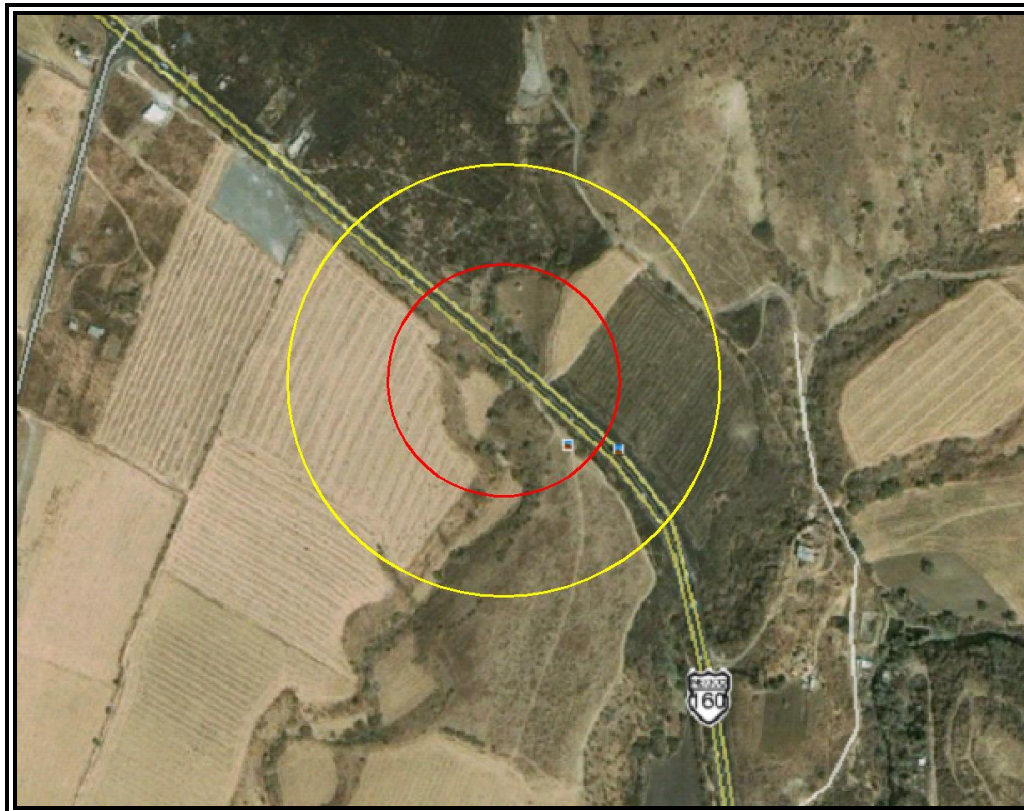
Incendio (Radiación Térmica):

**Evento 1.1**

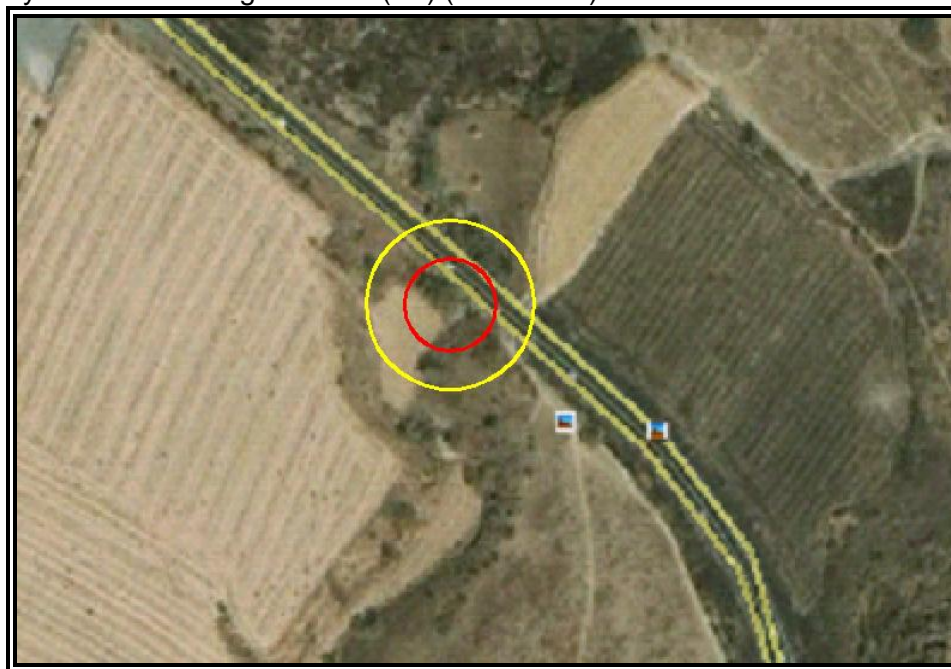
City Gate Morelos (Fuga del 100%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m <sup>2</sup> )	113,54
Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m <sup>2</sup> )	210,41

**Evento 1.2**

City Gate Morelos (Fuga del 20%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m <sup>2</sup> )	24,42
Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m <sup>2</sup> )	45,37



**Figura VI.3.2.1** Evento 1.1 Incendio (Radiación Térmica). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m<sup>2</sup>) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m<sup>2</sup>) en color amarillo.



**Figura VI.3.2.2** Evento 1.2 Incendio (Radiación Térmica). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m<sup>2</sup>) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m<sup>2</sup>) en color amarillo.



### Evento 1.3. Explosión no Confinada.



#### SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

### Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas

TITULO DEL MODELO		
Escenario 1. Evento 1.3		
DESCRIPCION		
Explosión no confinada originada por una fuga de gas natural, debido a la ruptura diámetro del 100% del gasoducto de 6" de diámetro que alimenta a la City Gate Morelos.		
DATOS DE LA SUSTANCIA		
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50
Subfamilia	()	
Fórmula	CH4	
Estructura	CH4	
PARAMETROS DE ENTRADA		
Peso del material en la nube		7429.6389 kg
Factor de Eficiencia Explosiva		0.03
Límite Inferior de Explosividad		5 %
Límite Superior de Explosividad		15 %
Calor de Combustión		50029 kJ/kg
Calor de Combustión del TNT (RMP)		4680 kJ/kg
Masa Equivalente en TNT		2382.67567005192 kg
Distancia mínima de cálculo		0.900219065682779
Distancia máxima de cálculo		534.254638387406
Distancia total del cálculo		533.354419321723
PRESION CALCULADA A DISTANCIAS DE INTERÉS		



### Evento 1.4. Explosión no Confinada



#### SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

#### Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas

TITULO DEL MODELO		
Escenario 1. Evento 1.4		
DESCRIPCION		
Explosión no confinada originada por una fuga de gas natural, debido a la ruptura diámetral del 20% del gasoducto de 6" de diámetro que alimenta a la City Gate Morelos.		
DATOS DE LA SUSTANCIA		
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50
Subfamilia	()	
Fórmula	CH <sub>4</sub>	
Estructura	CH <sub>4</sub>	
PARAMETROS DE ENTRADA		
Peso del material en la nube		301.72116 kg
Factor de Eficiencia Explosiva		0.03
Límite Inferior de Explosividad		5 %
Límite Superior de Explosividad		15 %
Calor de Combustión		50029 kJ/kg
Calor de Combustión del TNT (RMP)		4680 kJ/kg
Masa Equivalente en TNT		96.76158919 kg
Distancia mínima de cálculo		0.309428914676198
Distancia máxima de cálculo		183.637338086764
Distancia total del cálculo		183.327909172088
PRESION CALCULADA A DISTANCIAS DE INTERÉS		





**Radios de Afectación  
Eventos 1.3 y 1.4**

❖ Sobrepresión (Explosión):

**Evento 1.3**

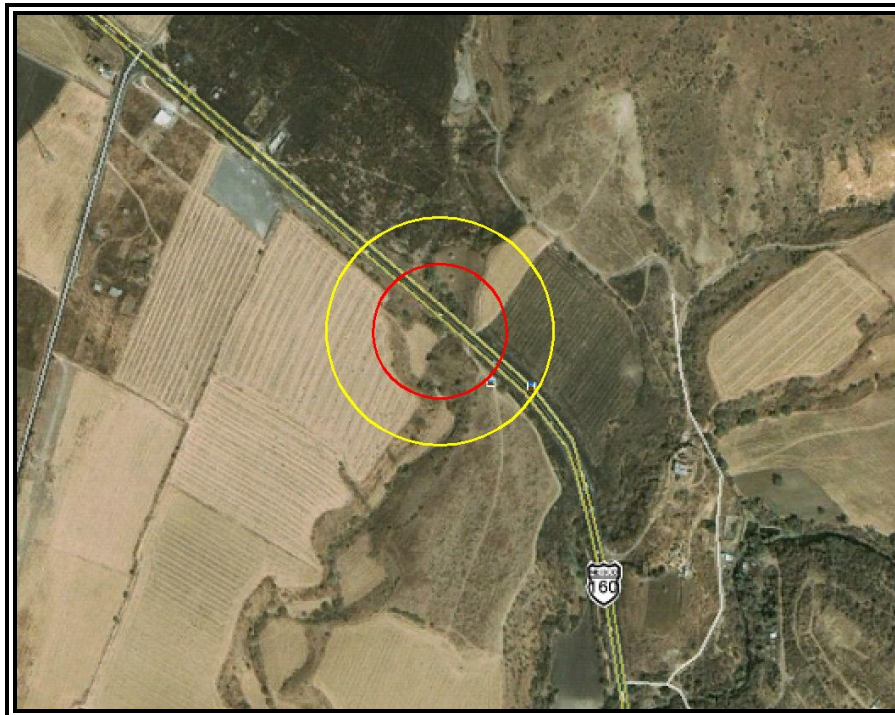
CITY GATE Morelos (Fuga del 100%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (1.0 psi)	238,26
Zona de Amortiguamiento (0.5 psi)	405,51

**Evento 1.4**

CITY GATE Morelos (Fuga del 20%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (1.0 psi)	81,89
Zona de Amortiguamiento (0.5 psi)	139,38



**Figura VI.3.2.3** Evento 1.3 Explosión no Confinada (Sobrepresión). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1 PSI) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (0,5 PSI) en color amarillo.



**Figura VI.3.2.4** Evento 1.4 Explosión no Confinada (Sobrepresión). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1 PSI) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (0,5 PSI) en color amarillo.

**Radios de Afectación  
Eventos 1.5 y 1.6**

❖ Chorro Horizontal (Isoconcentraciones):

**Evento 1.5**

CITY GATE Morelos (Fuga del 100%)	
Isoconcentraciones	Radios de Afectación (m)
10 000 ppm	98,23
50 000 ppm	14,92
150 000 ppm	3,24

**Evento 1.6**

CITY GATE Morelos (Fuga del 20%)	
Isoconcentraciones	Radios de Afectación (m)
10 000 ppm	16,76
50 000 ppm	2,66
150 000 ppm	1,44



Figura VI.3.2.5 Evento 1.5. Radios de concentraciones de Gas Natural en partes por millón (ppm).



Figura VI.3.2.6 Evento 1.6. Radios de concentraciones de Gas Natural en partes por millón (ppm).





**Escenario 2: Estación de Regulación y Medición BUKMAN, con una rotura del 100% y 20% del gasoducto de alimentación con diámetro de ocho pulgadas (8"Φ).**

Se presenta una fuga de Gas Natural en el gasoducto de 8"Φ de acero al carbón API 5L Grado X42 con un espesor de 0,219" pulgadas, el cual alimenta a la Estación de Regulación y Medición BUKMAN, dicha fuga es causada por una rotura en el gasoducto a causa de una sobrepresión en la línea de suministro.

Consideraciones.

- El tiempo máximo de respuesta por parte del personal operativo para mitigar la fuga en la tubería de 8"Φ que alimenta a la ERM BUKMAN se considera de 15 minutos, debido a que las instalaciones cuentan con válvula de bloqueo y medidores de presión que emiten señales a través del sistema de control de Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V.. Además de contar con vialidades existentes en la zona, lo que permite un acceso rápido a la instalación.
- El tipo de liberación de la fuga es continuo durante el tiempo que ocurre.
- A 60 segundos, después de haberse generado la fuga, el Gas Natural entra en contacto con una fuente de ignición (chispa), lo cual provoca un JET FIRE.
- El gas inflamable que se escapa por la rotura del gasoducto, forma una atmósfera explosiva la cual alcanza un punto de ignición (chispa) generado por un vehículo al transitar por la zona, a los 60 segundos de concentración de la nube, originando una explosión no confinada.
- El diámetro del orificio es de 203,2 mm para la rotura del 100% y de 40,64 mm para la rotura del 20% de la tubería de 8" API 5L Grado X42 con un espesor de pared de 0,219" pulgadas.

Condiciones ambientales y de operación.

- Temperatura del Gas en la tubería: 25°C,
- Velocidad del viento: 1 m/s,
- Humedad relativa: 60%,
- Presión del gas en la tubería: 21 Kg/cm<sup>2</sup> (2 059,39 KPa)
- Altura de la fuente de emisión: 1 m.





Evento 2.1. JET FIRE



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)

TITULO DEL MODELO			
Escenario No. 2. Evento 2.1			
DESCRIPCION			
Chorro de fuego ocasionado por una fuga de gas natural ocasionada por la ruptura diametral del 100% del gasoducto de acero de 8" pulgadas de diámetro que alimenta a la Estación de Regulación y Medición (ERM) BUKMAN:			
DATOS DE LA SUSTANCIA			
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos	
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP	
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS	
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE	
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50	
Subfamilia	()		
Fórmula	CH4		
Estructura	CH4		
PARAMETROS DE ENTRADA			
Peso Molecular			16.04246 kg/kmol
Calor de Combustión			50029.0 kJ/kg
Concentración Estequiométrica			9.5 %
Temperatura de Ebullición			111.66 °K (-161.49 °C)
Humedad relativa			60.00 %
Temperatura ambiente			298.15 °K (25.00 °C)
CARACTERISTICAS DEL FUEGO			
Diámetro del orificio			0.2032 m
Presión en la tubería			2109200.0 Pa
Coefficiente de descarga			0.63
Longitud de la flama			43.13749 m
Tasa de emisión de masa			73.148485 kg /s
Clase de emisión			Flujo Sónico
RADIACION CALCULADA A DISTANCIAS ESPECIFICAS			
Distancia a nivel de piso (m)	Distancia a fuente puntual (m)	Transmisividad	Radiación (kW/m2)
10.000	24.685	0.77	73.2923
25.000	33.680	0.75	38.2854
50.000	54.858	0.71	13.8114
60.000	64.104	0.70	9.9736
70.000	73.548	0.70	7.4835
80.000	83.122	0.69	5.7947
90.000	92.787	0.68	4.6047
100.000	102.515	0.67	3.7385
150.000	151.688	0.65	1.6484
200.000	201.269	0.63	0.9127
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACION ESPECIFICOS			
Radiación (kW/m2)	Distancia (m)	Dosis (W/m2) <sup>4/3</sup> tiempo de exposición= 60.00s	Dosis (W/m2) <sup>4/3</sup> tiempo de duración= 840.00 s
1.4000 E+00	1.6253 E+02	9.3970 E+05	1.3156 E+07
3.0000 E+00	1.1169 E+02	2.5960 E+06	3.6345 E+07
5.0000 E+00	8.6334 E+01	5.1299 E+06	7.1819 E+07
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE DOSIS DE RADIACION ESPECIFICAS			
Dosis (W/m2) <sup>3/4</sup>	Distancia (m)		
9.3970 E+05	4.2246 E+02		
2.5960 E+06	2.9291 E+02		
5.1299 E+06	2.2896 E+02		



Evento 2.2. JET FIRE



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)

TITULO DEL MODELO			
Escenario No. 2. Evento 2.2			
DESCRIPCION			
Chorro de fuego ocasionado por una fuga de gas natural ocasionada por la ruptura diametral del 20% del gasoducto de acero de 8" de diámetro que alimenta a la Estación de Regulación y Medición (ERM) BUKMAN.			
DATOS DE LA SUSTANCIA			
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos	
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP	
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS	
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE	
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50	
Subfamilia	()		
Fórmula	CH4		
Estructura	CH4		
PARAMETROS DE ENTRADA			
Peso Molecular		16.04246 kg/kmol	
Calor de Combustión		50029.0 kJ/kg	
Concentración Estequiométrica		9.5 %	
Temperatura de Ebullición		111.66 °K (-161.49 °C)	
Humedad relativa		60.00 %	
Temperatura ambiente		298.15 °K (25.00 °C)	
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO			
Diámetro del orificio		0.04064 m	
Presión en la tubería		2109200.0 Pa	
Coefficiente de descarga		0.63	
Longitud de la flama		8.627498 m	
Tasa de emisión de masa		2.925939 kg /s	
Clase de emisión		Flujo Sónico	
RADIACIÓN CALCULADA A DISTANCIAS ESPECÍFICAS			
Distancia a nivel de piso (m)	Distancia a fuente puntual (m)	Transmisividad	Radiación (kW/m2)
10.000	11.324	0.82	14.9428
25.000	25.558	0.76	2.7262
50.000	50.282	0.72	0.6628
60.000	60.235	0.71	0.4544
70.000	70.201	0.70	0.3299
80.000	80.176	0.69	0.2499
90.000	90.157	0.68	0.1956
100.000	100.141	0.68	0.1570
150.000	150.094	0.65	0.0674
200.000	200.071	0.64	0.0370
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECÍFICOS			
Radiación (kW/m2)	Distancia (m)	Dosis (W/m2) <sup>4/3</sup> tiempo de exposición= 60.00s	Dosis (W/m2) <sup>4/3</sup> tiempo de duración= 840.00 s
1.4000 E+00	3.4764 E+01	9.3970 E+05	1.3156 E+07
3.0000 E+00	2.3836 E+01	2.5960 E+06	3.6345 E+07
5.0000 E+00	1.8372 E+01	5.1299 E+06	7.1819 E+07
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE DOSIS DE RADIACIÓN ESPECÍFICAS			
Dosis (W/m2) <sup>3/4</sup>	Distancia (m)		
9.3970 E+05	9.0517 E+01		
2.5960 E+06	6.2739 E+01		
5.1299 E+06	4.9023 E+01		



## Análisis de interacciones del Escenario 2.

El presente escenario consiste en la formación de un Chorro de Fuego originado por una fuga de Gas Natural en el gasoducto de alimentación a la ERM BUKMAN, provocada por la ruptura diametral del 100% y 20% del gasoducto de 8"Φ a causa de una sobrepresión en la línea de suministro, lo cual puede llegar a ser catastrófico para la infraestructura presente en la zona donde se suscita el evento. Por tal efecto, y con fundamento en el análisis de riesgo mediante la metodología de Árbol de Fallas, se utilizó el software Árbol de Fallas (FaultrEASE; Arthur D Little. Hazard Prevention Magazine) (Ver Anexo No. 10 Árboles de Falla), para determinar la probabilidad de ocurrencia de un incendio en el gasoducto principal de transporte, involucrando causas probables, tales como: fallas de instrumentos y/o accesorios y del material de construcción, principalmente, de lo anterior, y como resultado final se tiene que la probabilidad de ocurrencia de un escenario como el que se plantea es de  $7 \times 10^{-6}$ , lo cual de acuerdo a la Fuente de información consultada, lo cataloga como improbable.

- Fuente: (1) Modelo de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones. Dinámica Heurística. 2005  
 (2) Loss Prevention in the Process Industries, Frank P less, second Edition, 1996. Ed. HB Vol. I, II y III. Hazard Identification Assessment and Control  
 (3) Guidelines for Consequence Analysis of Chemical Releases. American Institute of Chemical Engineers (AIChE). 1999.  
 (4) Guideline for Hazard Evaluation Procedures, Second Edition, AIChE 1992.  
 (5) Fault Tree Handbook, U.S. Nuclear Regulatory Commission, 1981.

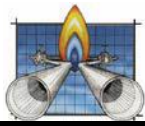
A continuación se describen las interacciones que puede llegar a tener una fuga de gas natural que al entrar en contacto con una fuente de ignición se convierte en un Jet Fire (Chorro de Fuego), con la infraestructura presente (unidades médicas, instituciones educativas, viviendas e instalaciones de riesgo), describiendo las consecuencias en caso de presentarse dicho escenario.

**TABLA RESUMEN**

COMPAÑÍA DE AUTOABASTECEDORES DE GAS NATURAL DE MORELOS, S.A. DE C.V.				Escenario 2. JIUTEPEC, MORELOS					
% de Ruptura por un impacto.	Jet Fire		Ver Figura VI.3.2.7 y VI.3.2.8.	Explosión no confinada		Ver Figuras VI.3.2.9 y VI.3.2.10	Chorro Horizontal		Ver Figuras VI.3.2.11 y VI.3.2.12
	Eventos 2.1 y 2.2			Eventos 2.3 y 2.4			Eventos 2.5 y 2.6		
ERM BUKMAN	Radios de afectación (R.A) (m)		Radiación Térmica (RT) Zonas de Riesgo (ZR)	Radios de Afectación (m)		Sobrepresiones y Zonas de Riesgo.	Radios de Afectación (m)		Isoconcentración (ppm)
Jiutepec, Morelos.									
Evento al 100%	2.1	86,33	ZAR 5 Kw/m <sup>2</sup>	2.3	202,35	ZAR 1 psi	2.5	142,3	10 000
		162,53	ZA 1.4 Kw/m <sup>2</sup>		343,97	ZA 0,5 psi		20,89	50 000
								04,56	150 000
Evento al 20%	2.2	18,37	ZAR	2.4	69,20	ZAR	2.6	209,3	10 000
		34,76	ZA		117,63	ZA		03,24	50 000
								01,31	150 000



Efectos sobre la población y/o infraestructura existentes en la ZA y ZAR																		
Jet Fire (Ver Figura VI.3.2.7 y VI.3.2.8)	<p>⌘ <u>Infraestructura presente en la ZAR (73 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 86 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalaciones de una empresa distribuidora de productos comestibles ubicada a 64 m de distancia,</li> <li>- Bodegas fuera de uso a una distancia de 50 m.</li> </ul> <p>⌘ <u>Usuarios de la carretera Federal No. 160 y personas que transiten dentro de la ZAR (73 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 86 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 13 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo,</li> <li>- A los 40 segundos, presentarán quemaduras de segundo grado, considerando también asfixia por la disminución de Oxígeno y la exposición a los humos generados por el incendio.</li> </ul> <p>⌘ <u>Infraestructura presente en la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 86 hasta 162 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalaciones de una empresa distribuidora de productos comestibles ubicada a 64 m de distancia,</li> <li>- Bodegas fuera de uso a una distancia de 50 m.</li> <li>- Fábrica de productos plásticos a una distancia de 165 m,</li> <li>- Condominios localizados a una distancia de 160 m,</li> <li>- Casas habitación de la colonia el Progreso.</li> </ul> <p>⌘ <u>Usuarios de la carretera Federal No. 160 y personas que transiten dentro de la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio a partir de 86 hasta 162 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 115 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo en la piel expuesta,</li> <li>- Después de 663 segundos (11.05 min.), presentarán quemaduras de segundo grado,</li> </ul>																	
	<p>⌘ <u>Infraestructura y habitantes presentes en la ZAR (842,83 psi a 1 psi en un radio de 0 m hasta 238,26 m) y ZA (1 psi a 0,5 psi en un radio a partir de 202,35 m hasta 343,97 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalaciones de una empresa distribuidora de productos comestibles ubicada a 64 m de distancia,</li> <li>- Bodegas fuera de uso a una distancia de 50 m.</li> <li>- Fábrica de productos plásticos a una distancia de 165 m,</li> <li>- Condominios localizados a una distancia de 160 m,</li> <li>- Casas habitación de la colonia el Progreso.</li> </ul>																	
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Sobrepresión</th> <th>Daño esperado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.0</td> <td>Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.</td> </tr> <tr> <td>2.0</td> <td>Colapso parcial de muros y techos de casas.</td> </tr> <tr> <td>3.0</td> <td>Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.</td> </tr> <tr> <td>4.0</td> <td>Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.</td> </tr> <tr> <td>5.0</td> <td>Postes de madera arrancados</td> </tr> <tr> <td>7.0</td> <td>Volcadura de carros de ferrocarril con carga</td> </tr> <tr> <td>9.0</td> <td>Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.</td> </tr> <tr> <td>10.0</td> <td>Posible destrucción total de edificios.</td> </tr> </tbody> </table>	Sobrepresión	Daño esperado	1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.	2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.	3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.	4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.	5.0	Postes de madera arrancados	7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga	9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.	10.0
Sobrepresión	Daño esperado																	
1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.																	
2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.																	
3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.																	
4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.																	
5.0	Postes de madera arrancados																	
7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga																	
9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.																	
10.0	Posible destrucción total de edificios.																	
Chorro Horizontal (Ver Figura VI.3.2.11 y VI.3.2.12)	<p>Daños en la salud de los habitantes localizados dentro de cualquiera de los radios de afectación, ya que de acuerdo a la <b>OSHA (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional)</b>, el gas natural se considera como un asfixiante simple a cualquier concentración, por lo que no se establecen tiempos máximos permisibles de exposición a dicha sustancia de acuerdo a la NOM-010-STPS-1999.</p>																	



Por lo anterior, Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V. deberá de:

- Realizar celajes diarios por parte de técnicos capacitados (equipados con Radio con frecuencia controlada y con teléfono celular) y contar con registros de las verificaciones a realizar en cada uno de los recorridos por las instalaciones,
- Contar con un sistema de comunicación directa con oficinas de ELECENOR, para reportar cualquier falla en el suministro de Gas, así como cualquier emergencia que requiera el cierre del Gasoducto operado por ELECENOR. Así mismo mantener comunicación permanente mediante Radio de frecuencia controlada con el personal responsable de la operación del Gasoducto,
- Elaborar y poner en práctica un programa de capacitación dirigido al personal operativo, en relación a los procedimientos establecidos para la ejecución de las actividades de mantenimiento,
- Elaborar y poner en práctica una lista de verificación de tuberías, con el objeto de llevar un control en cuanto a la integridad mecánica de las mismas,
- Las actividades de verificación visual, se deberán realizar diariamente, y al detectar alguna anomalía en la instalación, actuar correctamente con apego a los procedimientos establecidos,
- Instalar letreros y señalamientos alusivos al peligro que representa la instalación, con el objeto de alertar a las personas que transitan por dicha zona.

### Radios de Afectación Eventos 2.1 y 2.2

Incendio (Radiación Térmica):

#### Evento 2.1

ERM BUKMAN (Fuga del 100%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m <sup>2</sup> )	86,33
Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m <sup>2</sup> )	162,53

#### Evento 2.2

ERM BUKMAN (Fuga del 20%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m <sup>2</sup> )	18,37
Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m <sup>2</sup> )	34,76





**Figura VI.3.2.7** Evento 2.1 Incendio (Radiación Térmica). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m<sup>2</sup>) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m<sup>2</sup>) en color amarillo.





**Figura VI.3.2.8** Evento 2.2 Incendio (Radiación Térmica). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m<sup>2</sup>) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m<sup>2</sup>) en color amarillo.

**Evento 2.3. Explosión no Confinada.**



**SCRI-FUEGO**

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

**Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas**

TITULO DEL MODELO					
Escenario 2. Evento 2.3					
DESCRIPCION					
Explosión no confinada originada por una fuga de gas natural debido a la ruptura diametral del 100% del gasoducto de acero de 8" de diámetro que alimenta a la Estación de Regulación y Medición (ERM) BUKMAN.					
DATOS DE LA SUSTANCIA					
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos			
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP			
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS			
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE			
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50			
Subfamilia	()				
Fórmula	CH4				
Estructura	CH4				
PARAMETROS DE ENTRADA					
Peso del material en la nube					4388.9091 kg
Factor de Eficiencia Explosiva					0.03
Límite Inferior de Explosividad					5 %
Límite Superior de Explosividad					15 %
Calor de Combustión					50029 kJ/kg
Calor de Combustión del TNT (RMP)					4680 kJ/kg
Masa Equivalente en TNT					1407.51752156346 kg
Distancia mínima de cálculo					0.755343506141677
Distancia máxima de cálculo					448.275077828889
Distancia total del cálculo					447.519734322747
PRESION CALCULADA A DISTANCIAS DE INTERÉS					
Distancia (m)	Presión (kPa)	Presión (psi)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
5.0000000	5811.1025872	842.8361767	0.1196967	168.5842784	0.2502864
10.0000000	1718.3761859	249.2314656	0.3810043	221.7866553	1.1715285
20.0000000	368.8609996	53.4992095	1.3707468	149.9918581	2.0444391
30.0000000	147.6299422	21.4120908	2.8941495	102.6445229	2.4998437
50.0000000	52.9368801	7.6779091	6.8988799	65.5500738	3.6089176
70.0000000	29.7510993	4.3150680	11.4784888	48.4305066	4.1045289
100.0000000	17.3681657	2.5190604	18.6865883	34.6057802	4.6143711
150.0000000	10.0539516	1.4582145	31.0271552	23.3935196	5.2577351
200.0000000	6.9967539	1.0148018	43.6779014	17.7163163	5.7432240
DISTANCIAS CALCULADAS SEGÚN LAS PRESIONES DE INTERÉS					
Presión (kPa)	Presión (psi)	Distancia (m)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
137.8940000	20.0000000	30.9600535	3.0622064	99.7882456	2.5999234
103.4205000	15.0000000	35.4708018	3.8923182	88.4784205	2.9550329
68.9470000	10.0000000	43.4378489	5.4905268	74.1406631	3.3676192
34.4735000	5.0000000	63.9586810	10.0640349	52.6017820	3.9775200
27.5788000	4.0000000	73.4185875	12.2866774	46.3417006	4.1712131
20.6841000	3.0000000	88.6481477	15.9340331	38.8236311	4.4377880
13.7894000	2.0000000	118.0607276	23.1065135	29.4913465	4.8688623
6.8947000	1.0000000	202.3585495	44.2813291	17.5166443	5.7630431
3.4473500	0.5000000	343.9767016	80.9068542	10.3847593	6.6462484





Evento 2.4. Explosión no Confinada



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas

TITULO DEL MODELO					
Escenario 2. Evento 2.4					
DESCRIPCION					
Explosión no confinada originada por una fuga de gas natural debido a la ruptura diametral del 20% del gasoducto de acero de 8" de diámetro que alimenta a la Estación de Regulación y Medición (ERM) BUKMAN.					
DATOS DE LA SUSTANCIA					
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos			
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP			
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS			
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE			
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50			
Subfamilia	()				
Fórmula	CH4				
Estructura	CH4				
PARAMETROS DE ENTRADA					
Peso del material en la nube					175.55634 kg
Factor de Eficiencia Explosiva					0.03
Límite Inferior de Explosividad					5 %
Límite Superior de Explosividad					15 %
Calor de Combustión					50029 kJ/kg
Calor de Combustión del TNT (RMP)					4680 kJ/kg
Masa Equivalente en TNT					56.3006931657692 kg
Distancia mínima de cálculo					0.258323833624476
Distancia máxima de cálculo					153.307913130253
Distancia total del cálculo					153.049589296628
PRESION CALCULADA A DISTANCIAS DE INTERÉS					
Distancia (m)	Presión (kPa)	Presión (psi)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
5.0000000	757.2826178	109.8354704	0.7623349	200.6282388	2.2168138
10.0000000	156.1281256	22.6446583	2.7635026	105.0438153	2.4197585
20.0000000	40.1017477	5.8163151	8.8010909	57.0334711	3.8486737
30.0000000	21.0087649	3.0470891	15.7101793	39.2130546	4.4226552
50.0000000	10.3918497	1.5072229	30.0782002	23.9812945	5.2150737
70.0000000	6.7978466	0.9859525	44.8760856	17.3243808	5.7823233
100.0000000	4.3091033	0.6249878	67.5583750	12.2246189	6.3753377
150.0000000	2.4355489	0.3532494	105.1009703	8.0979451	7.1003773
200.0000000					
DISTANCIAS CALCULADAS SEGÚN LAS PRESIONES DE INTERÉS					
Presión (kPa)	Presión (psi)	Distancia (m)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
137.8940000	20.0000000	10.5881889	3.0622064	99.7882456	2.5999234
103.4205000	15.0000000	12.1308430	3.8923182	88.4784205	2.9550329
68.9470000	10.0000000	14.8555347	5.4905268	74.1406631	3.3676192
34.4735000	5.0000000	21.8735602	10.0640349	52.6017820	3.9775200
27.5788000	4.0000000	25.1088026	12.2866774	46.3417006	4.1712131
20.6841000	3.0000000	30.3172387	15.9340331	38.8236311	4.4377880
13.7894000	2.0000000	40.3761990	23.1065135	29.4913465	4.8688623
6.8947000	1.0000000	69.2056473	44.2813291	17.5166443	5.7630431
3.4473500	0.5000000	117.6383718	80.9068542	10.3847593	6.6462484



### Radios de Afectación Eventos 2.3 y 2.4

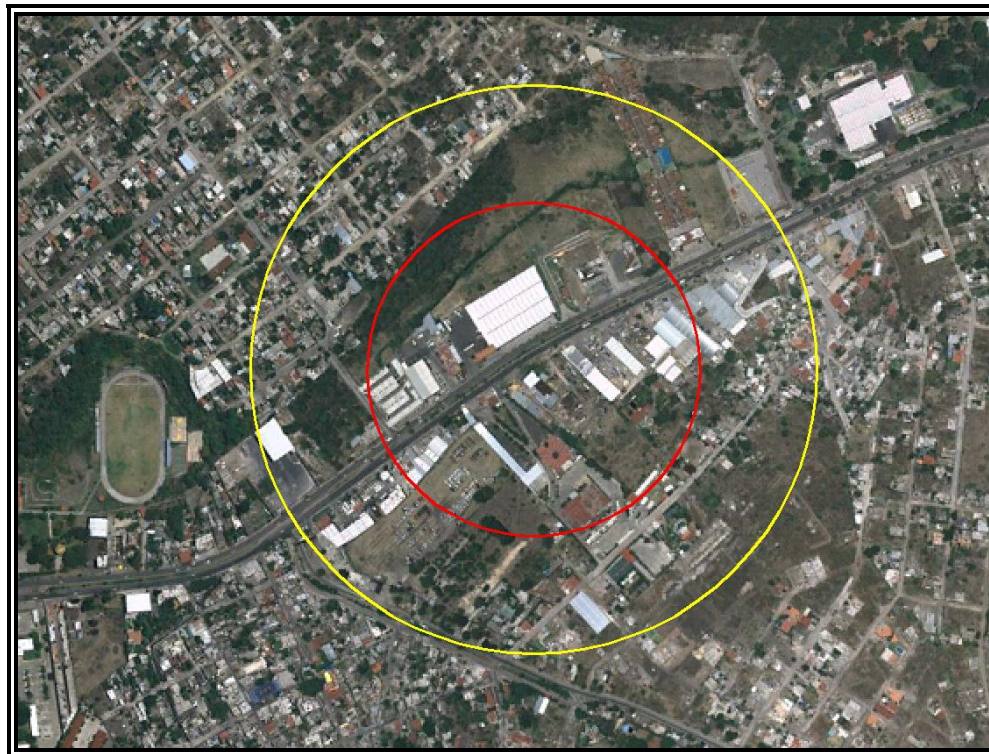
❖ Sobrepresión (Explosión):

#### Evento 2.3

ERM BUKMAN (Fuga del 100%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1.0 psi)	202,35
Zona de Amortiguamiento (ZA) (0.5 psi)	343,97

#### Evento 2.4

ERM BUKMAN (Fuga del 20%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1.0 psi)	69,20
Zona de Amortiguamiento (ZA) (0.5 psi)	117,63



**Figura VI.3.2.9** Evento 2.3 Explosión no Confinada (Sobrepresión). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1 PSI) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (0,5 PSI) en color amarillo.



**Figura VI.3.2.10** Evento 2.4 Explosión no Confinada (Sobrepresión). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1 PSI) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (0,5 PSI) en color amarillo.

**Radios de Afectación  
Eventos 2.5 y 2.6**

❖ Chorro Horizontal (Isoconcentraciones):

**Evento 2.5**

ERM BUKMAN (Fuga del 100%)	
Isoconcentraciones	Radios de Afectación (m)
10 000 ppm	142,36
50 000 ppm	20,89
150 000 ppm	04,56

**Evento 2.6**

ERM BUKMAN (Fuga del 20%)	
Isoconcentraciones	Radios de Afectación (m)
10 000 ppm	209,03
50 000 ppm	03,24
150 000 ppm	01,61





**Figura VI.3.2.11** Evento 2.5. Radios de concentraciones de Gas Natural en partes por millón (ppm).



**Figura VI.3.2.12** Evento 2.6. Radios de concentraciones de Gas Natural en partes por millón (ppm).



**Escenario 3: Estación de Regulación y Medición NISSAN, con una rotura del 100% y 20% del gasoducto de alimentación con diámetro de ocho pulgadas (8"Φ).**

Se presenta una fuga de Gas Natural en el gasoducto de 8"Φ de acero al carbón API 5L Grado X42 con un espesor de 0,219" pulgadas, el cual alimenta a la Estación de Regulación y Medición NISSAN, dicha fuga es causada por una rotura en el gasoducto a causa de una sobrepresión en la línea de suministro.

Consideraciones.

- El tiempo máximo de respuesta por parte del personal operativo para mitigar la fuga en la tubería de 8"Φ que alimenta a la ERM NISSAN se considera de 15 minutos, debido a que las instalaciones cuentan con válvula de bloqueo y medidores de presión que emiten señales a través del sistema de control de Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V.. Además de contar con vialidades existentes en la zona, lo que permite un acceso rápido a la instalación.
- El tipo de liberación de la fuga es continuo durante el tiempo que ocurre.
- A 60 segundos, después de haberse generado la fuga, el Gas Natural entra en contacto con una fuente de ignición (chispa), lo cual provoca un JET FIRE.
- El gas inflamable que se escapa por la rotura del gasoducto, forma una atmósfera explosiva la cual alcanza un punto de ignición (chispa) generado por un vehículo al transitar por la zona, a los 60 segundos de concentración de la nube, originando una explosión no confinada.
- El diámetro del orificio es de 203,2 mm para la rotura del 100% y de 40,64 mm para la rotura del 20% de la tubería de 8" API 5L Grado X42 con un espesor de pared de 0,219" pulgadas.

Condiciones ambientales y de operación.

- Temperatura del Gas en la tubería: 25°C,
- Velocidad del viento: 1 m/s,
- Humedad relativa: 60%,
- Presión del gas en la tubería: 21 Kg/cm<sup>2</sup> (2 059,39 KPa)
- Altura de la fuente de emisión: 1 m.



Evento 3.1. JET FIRE



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)

TITULO DEL MODELO			
Escenario No. 3. Evento 3.1			
DESCRIPCION			
Chorro de fuego ocasionado por una fuga de gas natural ocasionada por la ruptura diametral del 100% del gasoducto de acero de 8" de diámetro que alimenta a la Estación de Regulación y Medición (ERM) NISSAN.			
DATOS DE LA SUSTANCIA			
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos	
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP	
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS	
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE	
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50	
Subfamilia	()		
Fórmula	CH4		
Estructura	CH4		
PARAMETROS DE ENTRADA			
Peso Molecular		16.04246 kg/kmol	
Calor de Combustión		50029.0 kJ/kg	
Concentración Estequiométrica		9.5 %	
Temperatura de Ebullición		111.66 °K (-161.49 °C)	
Humedad relativa		60.00 %	
Temperatura ambiente		298.15 °K (25.00 °C)	
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO			
Diámetro del orificio		0.2032 m	
Presión en la tubería		2109200.0 Pa	
Coefficiente de descarga		0.63	
Longitud de la flama		43.13749 m	
Tasa de emisión de masa		73.148485 kg/s	
Clase de emisión		Flujo Sónico	
RADIACION CALCULADA A DISTANCIAS ESPECIFICAS			
Distancia a nivel de piso (m)	Distancia a fuente puntual (m)	Transmisividad	Radiación (kW/m2)
10.000	24.685	0.77	73.2923
25.000	33.680	0.75	38.2854
50.000	54.858	0.71	13.8114
60.000	64.104	0.70	9.9736
70.000	73.548	0.70	7.4835
80.000	83.122	0.69	5.7947
90.000	92.787	0.68	4.6047
100.000	102.515	0.67	3.7385
150.000	151.688	0.65	1.6484
200.000	201.269	0.63	0.9127
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACION ESPECIFICOS			
Radiación (kW/m2)	Distancia (m)	Dosis (W/m2) <sup>4/3</sup> tiempo de exposición= 60.00s	Dosis (W/m2) <sup>4/3</sup> tiempo de duración= 840.00 s
1.4000 E+00	1.6253 E+02	9.3970 E+05	1.3156 E+07
3.0000 E+00	1.1169 E+02	2.5960 E+06	3.6345 E+07
5.0000 E+00	8.6334 E+01	5.1299 E+06	7.1819 E+07
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE DOSIS DE RADIACION ESPECIFICAS			
Dosis (W/m2) <sup>3/4</sup>	Distancia (m)		
9.3970 E+05	4.2246 E+02		
2.5960 E+06	2.9291 E+02		
5.1299 E+06	2.2896 E+02		



Evento 3.2. JET FIRE



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)

TITULO DEL MODELO

Escenario No. 3. Evento 3.2

DESCRIPCION

Chorro de fuego ocasionado por una fuga de gas natural ocasionada por la ruptura diametral del 20% del gasoducto de acero de 8" de diámetro que alimenta a la Estación de Regulación y Medición (ERM) NISSAN.

DATOS DE LA SUSTANCIA

Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50
Subfamilia	()	
Fórmula	CH4	
Estructura	CH4	

PARAMETROS DE ENTRADA

Peso Molecular	16.04246 kg/kmol
Calor de Combustión	50029.0 kJ/kg
Concentración Estequiométrica	9.5 %
Temperatura de Ebullición	111.66 °K (-161.49 °C)
Humedad relativa	60.00 %
Temperatura ambiente	298.15 °K (25.00 °C)

CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO

Diámetro del orificio	0.04064 m
Presión en la tubería	2109200.0 Pa
Coefficiente de descarga	0.63
Longitud de la flama	8.627498 m
Tasa de emisión de masa	2.925939 kg /s
Clase de emisión	Flujo Sónico

RADIACIÓN CALCULADA A DISTANCIAS ESPECÍFICAS

Distancia a nivel de piso (m)	Distancia a fuente puntual (m)	Transmisividad	Radiación (kW/m2)
10.000	11.324	0.82	14.9428
25.000	25.558	0.76	2.7262
50.000	50.282	0.72	0.6628
60.000	60.235	0.71	0.4544
70.000	70.201	0.70	0.3299
80.000	80.176	0.69	0.2499
90.000	90.157	0.68	0.1956
100.000	100.141	0.68	0.1570
150.000	150.094	0.65	0.0674
200.000	200.071	0.64	0.0370

DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECÍFICOS

Radiación (kW/m2)	Distancia (m)	Dosis (W/m2)^4/3 tiempo de exposición= 60.00s	Dosis (W/m2)^4/3 tiempo de duración= 840.00 s
1.4000 E+00	3.4764 E+01	9.3970 E+05	1.3156 E+07
3.0000 E+00	2.3836 E+01	2.5960 E+06	3.6345 E+07
5.0000 E+00	1.8372 E+01	5.1299 E+06	7.1819 E+07

DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE DOSIS DE RADIACIÓN ESPECÍFICAS

Dosis (W/m 2)^3/4	Distancia (m)
9.3970 E+05	9.0517 E+01
2.5960 E+06	6.2739 E+01
5.1299 E+06	4.9023 E+01





### Análisis de interacciones del Escenario 3.

El presente escenario consiste en la formación de un Chorro de Fuego originado por una fuga de Gas Natural en el gasoducto de alimentación a la ERM NISSAN, provocada por la ruptura diametral del 100% y 20% del gasoducto de 8"Φ a causa de una sobrepresión en la línea de suministro, lo cual puede llegar a ser catastrófico para la infraestructura presente en la zona donde se suscita el evento. Por tal efecto, y con fundamento en el análisis de riesgo mediante la metodología de Árbol de Fallas, se utilizó el software Árbol de Fallas (FaultREASE; Arthur D Little. Hazard Prevention Magazine) (Ver Anexo No. 10 Árboles de Falla), para determinar la probabilidad de ocurrencia de un incendio en el gasoducto principal de transporte, involucrando causas probables, tales como: fallas de instrumentos y/o accesorios y del material de construcción, principalmente, de lo anterior, y como resultado final se tiene que la probabilidad de ocurrencia de un escenario como el que se plantea es de  $7 \times 10^{-6}$ , lo cual de acuerdo a la Fuente de información consultada, lo cataloga como improbable.

- Fuente: (1) Modelo de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones. Dinámica Heurística. 2005  
 (2) Loss Prevention in the Process Industries, Frank P less, second Edition, 1996. Ed. HB Vol. I, II y III. Hazard Identification Assessment and Control  
 (3) Guidelines for Consequence Analysis of Chemical Releases. American Institute of Chemical Engineers (AIChE). 1999.  
 (4) Guideline for Hazard Evaluation Procedures, Second Edition, AIChE 1992.  
 (5) Fault Tree Handbook, U.S. Nuclear Regulatory Commission, 1981.

A continuación se describen las interacciones que puede llegar a tener una fuga de gas natural que al entrar en contacto con una fuente de ignición se convierte en un Jet Fire (Chorro de Fuego), con la infraestructura presente (unidades médicas, instituciones educativas, viviendas e instalaciones de riesgo), describiendo las consecuencias en caso de presentarse dicho escenario.

**TABLA RESUMEN**

COMPAÑÍA DE AUTOABASTECEDORES DE GAS NATURAL DE MORELOS, S.A. DE C.V.				Escenario 3. JIUTEPEC, MORELOS					
% de Ruptura por un impacto.	Jet Fire		Explosión no confinada		Chorro Horizontal				
	Ver Figura VI.3.2.13 y VI.3.2.14.		Ver Figuras VI.3.2.15 y VI.3.2.16		Ver Figuras VI.3.2.17 y VI.3.2.18				
ERM NISSAN	Eventos 3.1 y 3.2		Eventos 3.3 y 3.4		Eventos 3.5 y 3.6				
Jiutepec, Morelos.	Radios de afectación (R.A) (m)	Radiación Térmica (RT) Zonas de Riesgo (ZR)	Radios de Afectación (m)	Sobrepresiones y Zonas de Riesgo.	Radios de Afectación (m)	Isoconcentración (ppm)			
Evento al 100%	3.1	86,33	3.3	202,35	3.5	142,3	10 000		
		162,53		343,97		20,89	50 000		
						04,56	150 000		
Evento al 20%	3.2	18,37	3.4	69,20	3.6	209,3	10 000		
		34,76		117,63		03,24	50 000		
						01,31	150 000		





Efectos sobre la población y/o infraestructura existentes en la ZA y ZAR																		
Jet Fire (Ver Figura VI.3.2.13 y VI.3.2.14)	<p>⌘ <u>Infraestructura presente en la ZAR (73 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 86 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Estacionamiento del centro comercial WAL MART a 83 m de distancia,</li> <li>- Instalaciones de NISSAN a 40 m de distancia.</li> <li>- Establecimientos comerciales a 70 m de distancia.</li> </ul> <p>⌘ <u>Usuarios de la carretera Federal No. 160 y personas que transiten dentro de la ZAR (73 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 86 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 13 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo,</li> <li>- A los 40 segundos, presentarán quemaduras de segundo grado, considerando también asfixia por la disminución de Oxígeno y la exposición a los humos generados por el incendio.</li> </ul> <p>⌘ <u>Infraestructura presente en la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 86 hasta 162 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Centro comercial WAL MART a 140 m de distancia,</li> <li>- Establecimiento comercial VIANA a 163 m de distancia,</li> <li>- Restaurant VIPS a 140 m de distancia,</li> <li>- Casas habitación de las colonias Tlalhuapan, La Palma y Tejalpa,</li> <li>- ERM DR. REDDYS a 310 m de distancia.</li> </ul> <p>⌘ <u>Usuarios de la carretera Federal No. 160 y personas que transiten dentro de la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1.4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio a partir de 86 hasta 162 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 115 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo en la piel expuesta,</li> <li>- Después de 663 segundos (11.05 min.), presentarán quemaduras de segundo grado,</li> </ul>																	
	<p>⌘ <u>Infraestructura y habitantes presentes en la ZAR (842,83 psi a 1 psi en un radio de 0 m hasta 238,26 m) y ZA (1 psi a 0,5 psi en un radio a partir de 202,35 m hasta 343,97 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Estacionamiento del centro comercial WAL MART a 83 m de distancia,</li> <li>- Instalaciones de NISSAN a 40 m de distancia.</li> <li>- Establecimientos comerciales a 70 m de distancia.</li> <li>- Centro comercial WAL MART a 140 m de distancia,</li> <li>- Establecimiento comercial VIANA a 163 m de distancia,</li> <li>- Restaurant VIPS a 140 m de distancia,</li> <li>- Casas habitación de las colonias Tlalhuapan, La Palma y Tejalpa,</li> <li>- ERM DR. REDDYS a 310 m de distancia.</li> </ul>																	
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Sobrepresión</th> <th>Daño esperado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.0</td> <td>Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.</td> </tr> <tr> <td>2.0</td> <td>Colapso parcial de muros y techos de casas.</td> </tr> <tr> <td>3.0</td> <td>Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.</td> </tr> <tr> <td>4.0</td> <td>Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.</td> </tr> <tr> <td>5.0</td> <td>Postes de madera arrancados</td> </tr> <tr> <td>7.0</td> <td>Volcadura de carros de ferrocarril con carga</td> </tr> <tr> <td>9.0</td> <td>Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.</td> </tr> <tr> <td>10.0</td> <td>Posible destrucción total de edificios.</td> </tr> </tbody> </table>	Sobrepresión	Daño esperado	1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.	2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.	3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.	4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.	5.0	Postes de madera arrancados	7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga	9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.	10.0
Sobrepresión	Daño esperado																	
1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.																	
2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.																	
3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.																	
4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.																	
5.0	Postes de madera arrancados																	
7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga																	
9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.																	
10.0	Posible destrucción total de edificios.																	
Chorro Horizontal (Ver Figura VI.3.2.17 y VI.3.2.18)	<p>Daños en la salud de los habitantes localizados dentro de cualquiera de los radios de afectación, ya que de acuerdo a la <b>OSHA (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional)</b>, el gas natural se considera como un asfixiante simple a cualquier concentración, por lo que no se establecen tiempos máximos permisibles de exposición a dicha sustancia de acuerdo a la NOM-010-STPS-1999.</p>																	



Por lo anterior, Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V. deberá de:

- Realizar celajes diarios por parte de técnicos capacitados (equipados con Radio con frecuencia controlada y con teléfono celular) y contar con registros de las verificaciones a realizar en cada uno de los recorridos por las instalaciones,
- Contar con un sistema de comunicación directa con oficinas de ELEC NOR, para reportar cualquier falla en el suministro de Gas, así como cualquier emergencia que requiera el cierre del Gasoducto operado por ELEC NOR. Así mismo mantener comunicación permanente mediante Radio de frecuencia controlada con el personal responsable de la operación del Gasoducto,
- Elaborar y poner en práctica un programa de capacitación dirigido al personal operativo, en relación a los procedimientos establecidos para la ejecución de las actividades de mantenimiento,
- Elaborar y poner en práctica una lista de verificación de tuberías, con el objeto de llevar un control en cuanto a la integridad mecánica de las mismas,
- Las actividades de verificación visual, se deberán realizar diariamente, y al detectar alguna anomalía en la instalación, actuar correctamente con apego a los procedimientos establecidos,
- Instalar letreros y señalamientos alusivos al peligro que representa la instalación, con el objeto de alertar a las personas que transitan por dicha zona.

### **Radios de Afectación Eventos 3.1 y 3.2**

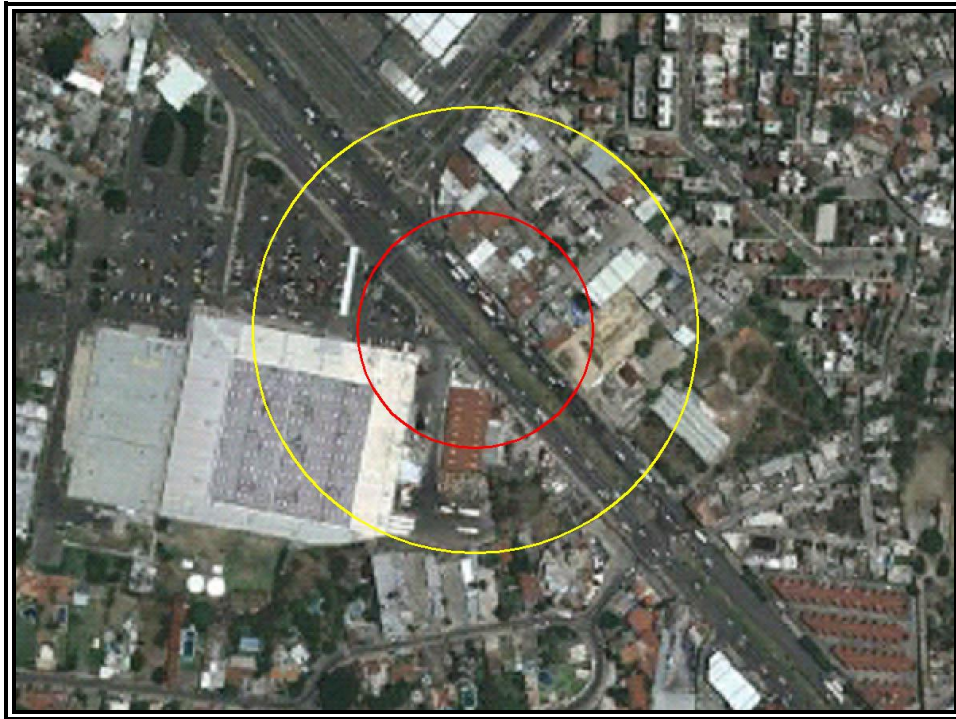
Incendio (Radiación Térmica):

#### **Evento 3.1**

<b>ERM NISSAN (Fuga del 100%)</b>	
<b>Zonas de Riesgo</b>	<b>Radios de Afectación (m)</b>
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m <sup>2</sup> )	86,33
Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m <sup>2</sup> )	162,53

#### **Evento 3.2**

<b>ERM NISSAN (Fuga del 20%)</b>	
<b>Zonas de Riesgo</b>	<b>Radios de Afectación (m)</b>
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m <sup>2</sup> )	18,37
Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m <sup>2</sup> )	34,76



**Figura VI.3.2.13** Evento 3.1 Incendio (Radiación Térmica). Zona de Alto Riesgo (ZAR) ( $5 \text{ KW/m}^2$ ) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) ( $1.4 \text{ KW/m}^2$ ) en color amarillo.



**Figura VI.3.2.14** Evento 3.2 Incendio (Radiación Térmica). Zona de Alto Riesgo (ZAR) ( $5 \text{ KW/m}^2$ )





en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m<sup>2</sup>) en color amarillo.

**Evento 3.3. Explosión no Confinada.**



**SCRI-FUEGO**

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

**Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas**

TITULO DEL MODELO					
Escenario 3. Evento 3.3					
DESCRIPCION					
Explosión no confinada originada por una fuga de gas natural debido a la ruptura diametral del 100% del gasoducto de acero de 8" de diámetro que alimenta a la Estación de Regulación y Medición (ERM) NISSAN					
DATOS DE LA SUSTANCIA					
Nombre	METANO (METHANE)			Sinónimos	
No. CAS	74-82-8			FIRE DAMP	
Nombre CAS	METHANE			MARSH GAS	
Nombre IUPAC	METHANE			METHYL HYDRIDE	
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)			REFRIGERANT 50	
Subfamilia	()				
Fórmula	CH4				
Estructura	CH4				
PARAMETROS DE ENTRADA					
Peso del material en la nube				4388.9091 kg	
Factor de Eficiencia Explosiva				0.03	
Límite Inferior de Explosividad				5 %	
Límite Superior de Explosividad				15 %	
Calor de Combustión				50029 kJ/kg	
Calor de Combustión del TNT (RMP)				4680 kJ/kg	
Masa Equivalente en TNT				1407.51752156346 kg	
Distancia mínima de cálculo				0.755343506141677	
Distancia máxima de cálculo				448.275077828889	
Distancia total del cálculo				447.519734322747	
PRESION CALCULADA A DISTANCIAS DE INTERÉS					
Distancia (m)	Presión (kPa)	Presión (psi)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
5.000000	5811.1025872	842.8361767	0.1196967	168.5842784	0.2502864
10.000000	1718.3761859	249.2314656	0.3810043	221.7866553	1.1715285
20.000000	368.8609996	53.4992095	1.3707468	149.9918581	2.0444391
30.000000	147.6299422	21.4120908	2.8941495	102.6445229	2.4998437
50.000000	52.9368801	7.6779091	6.8988799	65.5500738	3.6089176
70.000000	29.7510993	4.3150680	11.4784888	48.4305066	4.1045289
100.000000	17.3681657	2.5190604	18.6865883	34.6057802	4.6143711
150.000000	10.0539516	1.4582145	31.0271552	23.3935196	5.2577351
200.000000	6.9967539	1.0148018	43.6779014	17.7163163	5.7432240
DISTANCIAS CALCULADAS SEGÚN LAS PRESIONES DE INTERÉS					
Presión (kPa)	Presión (psi)	Distancia (m)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
137.8940000	20.0000000	30.9600535	3.0622064	99.7882456	2.5999234
103.4205000	15.0000000	35.4708018	3.8923182	88.4784205	2.9550329
68.9470000	10.0000000	43.4378489	5.4905268	74.1406631	3.3676192
34.4735000	5.0000000	63.9586810	10.0640349	52.6017820	3.9775200
27.5788000	4.0000000	73.4185875	12.2866774	46.3417006	4.1712131
20.6841000	3.0000000	88.6481477	15.9340331	38.8236311	4.4377880
13.7894000	2.0000000	118.0607276	23.1065135	29.4913465	4.8688623
6.8947000	1.0000000	202.3585495	44.2813291	17.5166443	5.7630431
3.4473500	0.5000000	343.9767016	80.9068542	10.3847593	6.6462484



### Evento 3.4. Explosión no Confinada



#### SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

#### Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas

TITULO DEL MODELO					
Escenario 3. Evento 3.4					
DESCRIPCION					
Explosión no confinada originada por una fuga de gas natural debido a la ruptura diametral del 20% del gasoducto de acero de 8" de diámetro que alimenta a la Estación de Regulación y Medición (ERM) NISSAN.					
DATOS DE LA SUSTANCIA					
Nombre	METANO (METHANE)		Sinónimos		
No. CAS	74-82-8		FIRE DAMP		
Nombre CAS	METHANE		MARSH GAS		
Nombre IUPAC	METHANE		METHYL HYDRIDE		
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)		REFRIGERANT 50		
Subfamilia	()				
Fórmula	CH4				
Estructura	CH4				
PARAMETROS DE ENTRADA					
Peso del material en la nube			175.55634 kg		
Factor de Eficiencia Explosiva			0.03		
Límite Inferior de Explosividad			5 %		
Límite Superior de Explosividad			15 %		
Calor de Combustión			50029 kJ/kg		
Calor de Combustión del TNT (RMP)			4680 kJ/kg		
Masa Equivalente en TNT			56.3006931657692 kg		
Distancia mínima de cálculo			0.258323833624476		
Distancia máxima de cálculo			153.307913130253		
Distancia total del cálculo			153.049589296628		
PRESION CALCULADA A DISTANCIAS DE INTERÉS					
Distancia (m)	Presión (kPa)	Presión (psi)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
5.0000000	757.2826178	109.8354704	0.7623349	200.6282388	2.2168138
10.0000000	156.1281256	22.6446583	2.7635026	105.0438153	2.4197585
20.0000000	40.1017477	5.8163151	8.8010909	57.0334711	3.8486737
30.0000000	21.0087649	3.0470891	15.7101793	39.2130546	4.4226552
50.0000000	10.3918497	1.5072229	30.0782002	23.9812945	5.2150737
70.0000000	6.7978466	0.9859525	44.8760856	17.3243808	5.7823233
100.0000000	4.3091033	0.6249878	67.5583750	12.2246189	6.3753377
150.0000000	2.4355489	0.3532494	105.1009703	8.0979451	7.1003773
200.0000000					
DISTANCIAS CALCULADAS SEGÚN LAS PRESIONES DE INTERÉS					
Presión (kPa)	Presión (psi)	Distancia (m)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
137.8940000	20.0000000	10.5881889	3.0622064	99.7882456	2.5999234
103.4205000	15.0000000	12.1308430	3.8923182	88.4784205	2.9550329
68.9470000	10.0000000	14.8555347	5.4905268	74.1406631	3.3676192
34.4735000	5.0000000	21.8735602	10.0640349	52.6017820	3.9775200
27.5788000	4.0000000	25.1088026	12.2866774	46.3417006	4.1712131
20.6841000	3.0000000	30.3172387	15.9340331	38.8236311	4.4377880
13.7894000	2.0000000	40.3761990	23.1065135	29.4913465	4.8688623
6.8947000	1.0000000	69.2056473	44.2813291	17.5166443	5.7630431
3.4473500	0.5000000	117.6383718	80.9068542	10.3847593	6.6462484





### Radios de Afectación Eventos 3.3 y 3.4

❖ Sobrepresión (Explosión):

#### Evento 3.3

ERM NISSAN (Fuga del 100%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1.0 psi)	202,35
Zona de Amortiguamiento (ZA) (0.5 psi)	343,97

#### Evento 3.4

ERM NISSAN (Fuga del 20%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1.0 psi)	69,20
Zona de Amortiguamiento (ZA) (0.5 psi)	117,63



**Figura VI.3.2.15** Evento 3.3 Explosión no Confinada (Sobrepresión). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1 PSI) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (0,5 PSI) en color amarillo.



**Figura VI.3.2.16** Evento 3.4 Explosión no Confinada (Sobrepresión). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1 PSI) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (0,5 PSI) en color amarillo.

**Radios de Afectación  
Eventos 3.5 y 3.6**

❖ Chorro Horizontal (Isoconcentraciones):

**Evento 3.5**

ERM NISSAN (Fuga del 100%)	
Isoconcentraciones	Radios de Afectación (m)
10 000 ppm	142,36
50 000 ppm	20,89
150 000 ppm	04,56

**Evento 3.6**

ERM NISSAN (Fuga del 20%)	
Isoconcentraciones	Radios de Afectación (m)
10 000 ppm	209,03
50 000 ppm	03,24
150 000 ppm	01,61



**Figura VI.3.2.17** Evento 3.5. Radios de concentraciones de Gas Natural en partes por millón (ppm).







**Figura VI.3.2.18** Evento 3.6. Radios de concentraciones de Gas Natural en partes por millón (ppm).

**Escenario 4: Estación de Regulación y Medición DR. REDDYS, con una rotura del 100% y 20% del gasoducto de alimentación con diámetro de ocho pulgadas (8"Φ).**

Se presenta una fuga de Gas Natural en el gasoducto de 8"Φ de acero al carbón API 5L Grado X42 con un espesor de 0,219" pulgadas, el cual alimenta a la Estación de Regulación y Medición DR. REDDYS, dicha fuga es causada por una rotura en el gasoducto a causa de una sobrepresión en la línea de suministro.

Consideraciones.

- El tiempo máximo de respuesta por parte del personal operativo para mitigar la fuga en la tubería de 8"Φ que alimenta a la ERM DR. REDDYS se considera de 15 minutos, debido a que las instalaciones cuentan con válvula de bloqueo y medidores de presión que emiten señales a través del sistema de control de Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V.. Además de contar con vialidades existentes en la zona, lo que permite un acceso rápido a la instalación.
- El tipo de liberación de la fuga es continuo durante el tiempo que ocurre.
- A 60 segundos, después de haberse generado la fuga, el Gas Natural entra en contacto con una fuente de ignición (chispa), lo cual provoca un JET FIRE.
- El gas inflamable que se escapa por la rotura del gasoducto, forma una atmósfera explosiva la cual alcanza un punto de ignición (chispa) generado por un vehículo al transitar por la zona, a los 60 segundos de concentración de la nube, originando una explosión no confinada.
- El diámetro del orificio es de 203,2 mm para la rotura del 100% y de 40,64 mm para la rotura del 20% de la tubería de 8" API 5L Grado X42 con un espesor de pared de 0,219" pulgadas.

Condiciones ambientales y de operación.

- Temperatura del Gas en la tubería: 25°C,
- Velocidad del viento: 1 m/s,
- Humedad relativa: 60%,
- Presión del gas en la tubería: 21 Kg/cm<sup>2</sup> (2 059,39 KPa)
- Altura de la fuente de emisión: 1 m.



Evento 4.1. JET FIRE



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)

TITULO DEL MODELO			
Escenario No. 4. Evento 4.1			
DESCRIPCION			
Chorro de fuego ocasionado por una fuga de gas natural ocasionada por la ruptura diametral del 100% del gasoducto de acero de 8" de diámetro que alimenta a la Estación de Regulación y Medición (ERM) DR. REDDYS.			
DATOS DE LA SUSTANCIA			
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos	
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP	
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS	
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE	
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50	
Subfamilia	()		
Fórmula	CH4		
Estructura	CH4		
PARAMETROS DE ENTRADA			
Peso Molecular		16.04246 kg/kmol	
Calor de Combustión		50029.0 kJ/kg	
Concentración Estequiométrica		9.5 %	
Temperatura de Ebullición		111.66 °K (-161.49 °C)	
Humedad relativa		60.00 %	
Temperatura ambiente		298.15 °K (25.00 °C)	
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO			
Diámetro del orificio		0.2032 m	
Presión en la tubería		2109200.0 Pa	
Coefficiente de descarga		0.63	
Longitud de la flama		43.13749 m	
Tasa de emisión de masa		73.148485 kg/s	
Clase de emisión		Flujo Sónico	
RADIACIÓN CALCULADA A DISTANCIAS ESPECÍFICAS			
Distancia a nivel de piso (m)	Distancia a fuente puntual (m)	Transmisividad	Radiación (kW/m2)
10.000	24.685	0.77	73.2923
25.000	33.680	0.75	38.2854
50.000	54.858	0.71	13.8114
60.000	64.104	0.70	9.9736
70.000	73.548	0.70	7.4835
80.000	83.122	0.69	5.7947
90.000	92.787	0.68	4.6047
100.000	102.515	0.67	3.7385
150.000	151.688	0.65	1.6484
200.000	201.269	0.63	0.9127
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECÍFICAS			
Radiación (kW/m2)	Distancia (m)	Dosis (W/m2) <sup>4/3</sup> tiempo de exposición= 60.00s	Dosis (W/m2) <sup>4/3</sup> tiempo de duración= 840.00 s
1.4000 E+00	1.6253 E+02	9.3970 E+05	1.3156 E+07
3.0000 E+00	1.1169 E+02	2.5960 E+06	3.6345 E+07
5.0000 E+00	8.6334 E+01	5.1299 E+06	7.1819 E+07
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE DOSIS DE RADIACIÓN ESPECÍFICAS			
Dosis (W/m2) <sup>3/4</sup>		Distancia (m)	
9.3970 E+05		4.2246 E+02	
2.5960 E+06		2.9291 E+02	
5.1299 E+06		2.2896 E+02	





Evento 4.2. JET FIRE



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)

TITULO DEL MODELO			
Escenario No. 4. Evento 4.2			
DESCRIPCION			
Chorro de fuego ocasionado por una fuga de gas natural ocasionado por la ruptura diametral del 20% del gasoducto de acero de 8" de diámetro que alimenta a la Estación de Regulación y Medición (ERM) DR. REDDYS.			
DATOS DE LA SUSTANCIA			
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos	
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP	
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS	
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE	
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50	
Subfamilia	()		
Fórmula	CH4		
Estructura	CH4		
PARAMETROS DE ENTRADA			
Peso Molecular	16.04246 kg/kmol		
Calor de Combustión	50029.0 kJ/kg		
Concentración Estequiométrica	9.5 %		
Temperatura de Ebullición	111.66 °K (-161.49 °C)		
Humedad relativa	60.00 %		
Temperatura ambiente	298.15 °K (25.00 °C)		
CARACTERISTICAS DEL FUEGO			
Diámetro del orificio	0.04064 m		
Presión en la tubería	2109200.0 Pa		
Coefficiente de descarga	0.63		
Longitud de la flama	8.627498 m		
Tasa de emisión de masa	2.925939 kg /s		
Clase de emisión	Flujo Sónico		
RADIACIÓN CALCULADA A DISTANCIAS ESPECÍFICAS			
Distancia a nivel de piso (m)	Distancia a fuente puntual (m)	Transmisividad	Radiación (kW/m2)
10.000	11.324	0.82	14.9428
25.000	25.558	0.76	2.7262
50.000	50.282	0.72	0.6628
60.000	60.235	0.71	0.4544
70.000	70.201	0.70	0.3299
80.000	80.176	0.69	0.2499
90.000	90.157	0.68	0.1956
100.000	100.141	0.68	0.1570
150.000	150.094	0.65	0.0674
200.000	200.071	0.64	0.0370
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECÍFICOS			
Radiación (kW/m2)	Distancia (m)	Dosis (W/m2) <sup>4/3</sup> tiempo de exposición= 60.00s	Dosis (W/m2) <sup>4/3</sup> tiempo de duración= 840.00 s
1.4000 E+00	3.4764 E+01	9.3970 E+05	1.3156 E+07
3.0000 E+00	2.3836 E+01	2.5960 E+06	3.6345 E+07
5.0000 E+00	1.8372 E+01	5.1299 E+06	7.1819 E+07
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE DOSIS DE RADIACIÓN ESPECÍFICAS			
Dosis (W/m2) <sup>3/4</sup>		Distancia (m)	
9.3970 E+05		9.0517 E+01	
2.5960 E+06		6.2739 E+01	
5.1299 E+06		4.9023 E+01	



#### Análisis de interacciones del Escenario 4.

El presente escenario consiste en la formación de un Chorro de Fuego originado por una fuga de Gas Natural en el gasoducto de alimentación a la ERM DR. REDDYS, provocada por la ruptura diametral del 100% y 20% del gasoducto de 8"Φ a causa de una sobrepresión en la línea de suministro, lo cual puede llegar a ser catastrófico para la infraestructura presente en la zona donde se suscita el evento. Por tal efecto, y con fundamento en el análisis de riesgo mediante la metodología de Árbol de Fallas, se utilizó el software Árbol de Fallas (FaultrEASE; Arthur D Little. Hazard Prevention Magazine) (Ver Anexo No. 10 Árboles de Falla), para determinar la probabilidad de ocurrencia de un incendio en el gasoducto principal de transporte, involucrando causas probables, tales como: fallas de instrumentos y/o accesorios y del material de construcción, principalmente, de lo anterior, y como resultado final se tiene que la probabilidad de ocurrencia de un escenario como el que se plantea es de  $7 \times 10^{-6}$ , lo cual de acuerdo a la Fuente de información consultada, lo cataloga como improbable.

- Fuente: (1) Modelo de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones. Dinámica Heurística. 2005  
 (2) Loss Prevention in the Process Industries, Frank P less, second Edition, 1996. Ed. HB Vol. I, II y III. Hazard Identification Assessment and Control  
 (3) Guidelines for Consequence Analysis of Chemical Releases. American Institute of Chemical Engineers (AIChE). 1999.  
 (4) Guideline for Hazard Evaluation Procedures, Second Edition, AIChE 1992.  
 (5) Fault Tree Handbook, U.S. Nuclear Regulatory Commission, 1981.

A continuación se describen las interacciones que puede llegar a tener una fuga de gas natural que al entrar en contacto con una fuente de ignición se convierte en un Jet Fire (Chorro de Fuego), con la infraestructura presente (unidades médicas, instituciones educativas, viviendas e instalaciones de riesgo), describiendo las consecuencias en caso de presentarse dicho escenario.

**TABLA RESUMEN**

COMPAÑÍA DE AUTOABASTECEDORES DE GAS NATURAL DE MORELOS, S.A. DE C.V.				Escenario 4. JIUTEPEC, MORELOS					
% de Ruptura por un impacto.	Jet Fire		Ver Figura VI.3.2.19 y VI.3.2.20	Explosión no confinada		Ver Figuras VI.3.2.21 y VI.3.2.22	Chorro Horizontal		Ver Figuras VI.3.2.23 y VI.3.2.24
	Eventos 4.1 y 4.2			Eventos 4.3 y 4.4			Eventos 4.5 y 4.6		
ERM REDDYS DR. Jiutepec, Morelos.	Radios de afectación (R.A) (m)	Radiación Térmica (RT) Zonas de Riesgo (ZR)	Radios de Afectación (m)	Sobrepresiones y Zonas de Riesgo.	Radios de Afectación (m)	Isoconcentración (ppm)			
Evento al 100%	4.1	86,33	ZAR 5 Kw/m <sup>2</sup>	4.3	202,35	ZAR 1 psi	4.5	142,3	10 000
		162,53	ZA 1.4 Kw/m <sup>2</sup>		343,97	ZA 0,5 psi		20,89	50 000
						04,56		150 000	
Evento al 20%	4.2	18,37	ZAR	4.4	69,20	ZAR	4.6	209,3	10 000
		34,76	ZA		117,63	ZA		03,24	50 000
						01,31		150 000	



Efectos sobre la población y/o infraestructura existentes en la ZA y ZAR																			
Jet Fire (Ver Figura VI.3.2.19 y VI.3.2.20)	<p>⌘ <u>Infraestructura presente en la ZAR (73 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 86 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalaciones de la empresa Dr. Reddy's México a una distancia de 50 m,</li> <li>- Automóviles que circulen sobre la carretera Federal 160 al momento de ocurrir el siniestro.</li> </ul>																		
	<p>⌘ <u>Usuarios de la carretera Federal No. 160 y personas que transiten dentro de la ZAR (73 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 86 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 13 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo,</li> <li>- A los 40 segundos, presentarán quemaduras de segundo grado, considerando también asfixia por la disminución de Oxígeno y la exposición a los humos generados por el incendio.</li> </ul>																		
	<p>⌘ <u>Infraestructura presente en la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 86 hasta 162 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalaciones de la empresa Dr. Reddy's México a una distancia de 50 m,</li> <li>- Automóviles que circulen sobre la carretera Federal 160 al momento de ocurrir el siniestro</li> <li>- Instalaciones de la empresa NISSAN Cuernavaca a una distancia de 100 m,</li> </ul>																		
	<p>⌘ <u>Usuarios de la carretera Federal No. 160 y personas que transiten dentro de la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1.4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio a partir de 86 hasta 162 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 115 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo en la piel expuesta,</li> <li>- Después de 663 segundos (11.05 min.), presentarán quemaduras de segundo grado,</li> </ul>																		
Explosión no Confinada (Ver Figura VI.3.2.21 y VI.3.2.22)	<p>⌘ <u>Infraestructura y habitantes presentes en la ZAR (842,83 psi a 1 psi en un radio de 0 m hasta 238,26 m) y ZA (1 psi a 0,5 psi en un radio a partir de 202,35 m hasta 343,97 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalaciones de la empresa Dr. Reddy's México a una distancia de 50 m,</li> <li>- Automóviles que circulen sobre la carretera Federal 160 al momento de ocurrir el siniestro</li> <li>- Restaurant VIPS a una distancia de 247 m,</li> <li>- Instalaciones de la empresa NISSAN Cuernavaca a una distancia de 100 m,</li> <li>- ERM NISSAN a 310 m de distancia,</li> <li>- Establecimientos comerciales ubicados a 200 m de distancia.</li> </ul>																		
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Sobrepresión</th> <th>Daño esperado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.0</td> <td>Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.</td> </tr> <tr> <td>2.0</td> <td>Colapso parcial de muros y techos de casas.</td> </tr> <tr> <td>3.0</td> <td>Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.</td> </tr> <tr> <td>4.0</td> <td>Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.</td> </tr> <tr> <td>5.0</td> <td>Postes de madera arrancados</td> </tr> <tr> <td>7.0</td> <td>Volcadura de carros de ferrocarril con carga</td> </tr> <tr> <td>9.0</td> <td>Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.</td> </tr> <tr> <td>10.0</td> <td>Posible destrucción total de edificios.</td> </tr> </tbody> </table>	Sobrepresión	Daño esperado	1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.	2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.	3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.	4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.	5.0	Postes de madera arrancados	7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga	9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.	10.0	Posible destrucción total de edificios.
	Sobrepresión	Daño esperado																	
	1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.																	
	2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.																	
	3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.																	
	4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.																	
	5.0	Postes de madera arrancados																	
	7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga																	
9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.																		
10.0	Posible destrucción total de edificios.																		
Chorro Horizontal (Ver Figura VI.3.2.23 y VI.3.2.24)	<p>Daños en la salud de los habitantes localizados dentro de cualquiera de los radios de afectación, ya que de acuerdo a la <b>OSHA (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional)</b>, el gas natural se considera como un asfixiante simple a cualquier concentración, por lo que no se establecen tiempos máximos permisibles de exposición a dicha sustancia de acuerdo a la NOM-010-STPS-1999.</p>																		

Por lo anterior, Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V. deberá de:



- Realizar celajes diarios por parte de técnicos capacitados (equipados con Radio con frecuencia controlada y con teléfono celular) y contar con registros de las verificaciones a realizar en cada uno de los recorridos por las instalaciones,
- Contar con un sistema de comunicación directa con oficinas de ELECENOR, para reportar cualquier falla en el suministro de Gas, así como cualquier emergencia que requiera el cierre del Gasoducto operado por ELECENOR. Así mismo mantener comunicación permanente mediante Radio de frecuencia controlada con el personal responsable de la operación del Gasoducto,
- Elaborar y poner en práctica un programa de capacitación dirigido al personal operativo, en relación a los procedimientos establecidos para la ejecución de las actividades de mantenimiento,
- Elaborar y poner en práctica una lista de verificación de tuberías, con el objeto de llevar un control en cuanto a la integridad mecánica de las mismas,
- Las actividades de verificación visual, se deberán realizar diariamente, y al detectar alguna anomalía en la instalación, actuar correctamente con apego a los procedimientos establecidos,
- Instalar letreros y señalamientos alusivos al peligro que representa la instalación, con el objeto de alertar a las personas que transitan por dicha zona.

**Radios de Afectación  
Eventos 4.1 y 4.2**

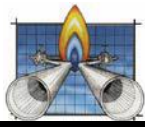
Incendio (Radiación Térmica):

**Evento 4.1**

<b>ERM DR. REDDYS (Fuga del 100%)</b>	
<b>Zonas de Riesgo</b>	<b>Radios de Afectación (m)</b>
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m <sup>2</sup> )	86,33
Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m <sup>2</sup> )	162,53

**Evento 4.2**

<b>ERM DR. REDDYS (Fuga del 20%)</b>	
<b>Zonas de Riesgo</b>	<b>Radios de Afectación (m)</b>
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m <sup>2</sup> )	18,37
Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m <sup>2</sup> )	34,76



**Figura VI.3.2.19** Evento 4.1 Incendio (Radiación Térmica). Zona de Alto Riesgo (ZAR) ( $5 \text{ KW/m}^2$ ) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) ( $1.4 \text{ KW/m}^2$ ) en color amarillo.





Figura VI.3.2.20 Evento 4.2 Incendio (Radiación Térmica). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m<sup>2</sup>) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m<sup>2</sup>) en color amarillo.

**Evento 4.3. Explosión no Confinada.**



**SCRI-FUEGO**

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas

<b>TITULO DEL MODELO</b>	
Escenario 4. Evento 4.3	
<b>DESCRIPCION</b>	
Explosión no confinada originada por una fuga de gas natural debido a la ruptura diametral del 100% del gasoducto de acero de 8" de diámetro que alimenta a la Estación de Regulación y Medición (ERM) DR. REDDYS.	
<b>DATOS DE LA SUSTANCIA</b>	
Nombre	METANO (METHANE)
No. CAS	74-82-8
Nombre CAS	METHANE
Nombre IUPAC	METHANE
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)
Subfamilia	()
Fórmula	CH4
Estructura	CH4
Sinónimos	FIRE DAMP MARSH GAS METHYL HYDRIDE REFRIGERANT 50
<b>PARAMETROS DE ENTRADA</b>	
Peso del material en la nube	4388.9091 kg
Factor de Eficiencia Explosiva	0.03
Límite Inferior de Explosividad	5 %
Límite Superior de Explosividad	15 %
Calor de Combustión	50029 kJ/kg
Calor de Combustión del TNT (RMP)	4680 kJ/kg
Masa Equivalente en TNT	1407.51752156346 kg
Distancia mínima de cálculo	0.755343506141677
Distancia máxima de cálculo	448.275077828889
Distancia total del cálculo	447.519734322747

<b>PRESION CALCULADA A DISTANCIAS DE INTERÉS</b>					
Distancia (m)	Presión (kPa)	Presión (psi)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
5.0000000	5811.1025872	842.8361767	0.1196967	168.5842784	0.2502864
10.0000000	1718.3761859	249.2314656	0.3810043	221.7866553	1.1715285
20.0000000	368.8609996	53.4992095	1.3707468	149.9918581	2.0444391
30.0000000	147.6299422	21.4120908	2.8941495	102.6445229	2.4999437



## Evento 4.4. Explosión no Confinada



### SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

#### Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas

TITULO DEL MODELO					
Escenario 4. Evento 4.4					
DESCRIPCION					
Explosión no confinada originada por una fuga de gas natural debido a la ruptura diametral del 20% del gasoducto de acero de 8" de diámetro que alimenta a la Estación de Regulación y Medición (ERM) DR. REDDYS.					
DATOS DE LA SUSTANCIA					
Nombre	METANO (METHANE)			Sinónimos	
No. CAS	74-82-8			FIRE DAMP	
Nombre CAS	METHANE			MARSH GAS	
Nombre IUPAC	METHANE			METHYL HYDRIDE	
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)			REFRIGERANT 50	
Subfamilia	()				
Fórmula	CH4				
Estructura	CH4				
PARAMETROS DE ENTRADA					
Peso del material en la nube				175.55634 kg	
Factor de Eficiencia Explosiva				0.03	
Límite Inferior de Explosividad				5 %	
Límite Superior de Explosividad				15 %	
Calor de Combustión				50029 kJ/kg	
Calor de Combustión del TNT (RMP)				4680 kJ/kg	
Masa Equivalente en TNT				56.3006931657692 kg	
Distancia mínima de cálculo				0.258323833624476	
Distancia máxima de cálculo				153.307913130253	
Distancia total del cálculo				153.049589296628	
PRESIÓN CALCULADA A DISTANCIAS DE INTERÉS					
Distancia (m)	Presión (kPa)	Presión (psi)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
5.0000000	757.2826178	109.8354704	0.7623349	200.6282388	2.2168138
10.0000000	156.1281256	22.6446583	2.7635026	105.0438153	2.4197585
20.0000000	40.1017477	5.8163151	8.8010909	57.0334711	3.8486737



**Radios de Afectación  
Eventos 4.3 y 4.4**

❖ Sobrepresión (Explosión):

**Evento 4.3**

ERM DR. REDDYS (Fuga del 100%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1.0 psi)	202,35
Zona de Amortiguamiento (ZA) (0.5 psi)	343,97

**Evento 4.4**

ERM DR. REDDYS (Fuga del 20%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1.0 psi)	69,20
Zona de Amortiguamiento (ZA) (0.5 psi)	117,63



**Figura VI.3.2.21** Evento 4.3 Explosión no Confinada (Sobrepresión). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1 PSI) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (0,5 PSI) en color amarillo.





**Figura VI.3.2.22** Evento 4.4 Explosión no Confinada (Sobrepresión). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1 PSI) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (0,5 PSI) en color amarillo.

**Radios de Afectación  
Eventos 4.5 y 4.6**

❖ Chorro Horizontal (Isoconcentraciones):

**Evento 4.5**

ERM DR. REDDYS (Fuga del 100%)	
Isoconcentraciones	Radios de Afectación (m)
10 000 ppm	142,36
50 000 ppm	20,89
150 000 ppm	04,56

**Evento 4.6**

ERM DR. REDDYS (Fuga del 20%)	
Isoconcentraciones	Radios de Afectación (m)
10 000 ppm	209,03
50 000 ppm	03,24
150 000 ppm	01,61





Figura VI.3.2.23 Evento 4.5. Radios de concentraciones de Gas Natural en partes por millón (ppm).

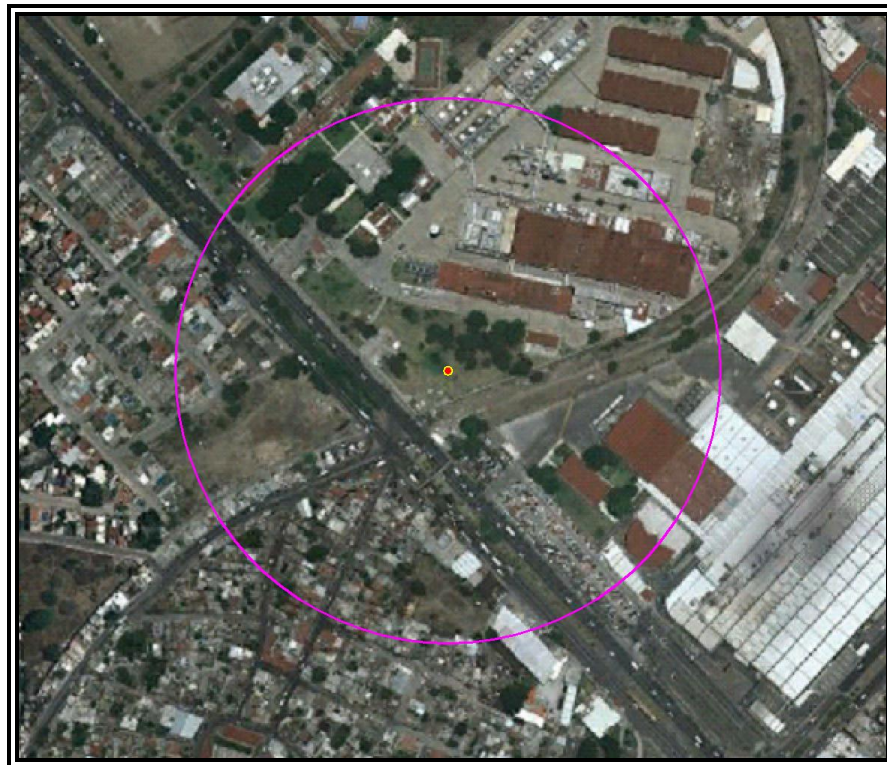


Figura VI.3.2.24 Evento 4.6. Radios de concentraciones de Gas Natural en partes por millón



(ppm).

**Escenario 5: Estación de Regulación y Medición SAINT GOBAIN, con una rotura del 100% y 20% del gasoducto de alimentación con diámetro de seis pulgadas (6"Φ).**

Se presenta una fuga de Gas Natural en el gasoducto de 6"Φ de acero al carbón API 5L Grado X42 con un espesor de 0,219" pulgadas, el cual alimenta a la Estación de Regulación y Medición SAINT GOBAIN, dicha fuga es causada por una rotura en el gasoducto a causa de una sobrepresión en la línea de suministro.

Consideraciones.

- El tiempo máximo de respuesta por parte del personal operativo para mitigar la fuga en la tubería de 6"Φ que alimenta a la ERM SAINT GOBAIN se considera de 15 minutos, debido a que las instalaciones cuentan con válvula de bloqueo y medidores de presión que emiten señales a través del sistema de control de Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V.. Además de contar con vialidades existentes en la zona, lo que permite un acceso rápido a la instalación.
- El tipo de liberación de la fuga es continuo durante el tiempo que ocurre.
- A 60 segundos, después de haberse generado la fuga, el Gas Natural entra en contacto con una fuente de ignición (chispa), lo cual provoca un JET FIRE.
- El gas inflamable que se escapa por la rotura del gasoducto, forma una atmósfera explosiva la cual alcanza un punto de ignición (chispa) generado por un vehículo al transitar por la zona, a los 60 segundos de concentración de la nube, originando una explosión no confinada.
- El diámetro del orificio es de 152,4 mm para la rotura del 100% y de 30,48 mm para la rotura del 20% de la tubería de 6" API 5L Grado X42 con un espesor de pared de 0,219" pulgadas.

Condiciones ambientales y de operación.

- Temperatura del Gas en la tubería: 25°C,
- Velocidad del viento: 1 m/s,
- Humedad relativa: 60%,
- Presión del gas en la tubería: 21 Kg/cm<sup>2</sup> (2 059,39 KPa)
- Altura de la fuente de emisión: 1 m.



Evento 5.1. JET FIRE



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)

TITULO DEL MODELO			
Escenario No. 5. Evento 5.1			
DESCRIPCION			
Chorro de fuego ocasionado por una fuga de gas natural ocasionada por la ruptura diametral del 100% del gasoducto de 6" de diámetro que alimenta a la Estación de Regulación y Medición (ERM) SAINT GOBAIN.			
DATOS DE LA SUSTANCIA			
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos	
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP	
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS	
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE	
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50	
Subfamilia	()		
Fórmula	CH4		
Estructura	CH4		
PARAMETROS DE ENTRADA			
Peso Molecular		16.04246	kg/kmol
Calor de Combustión		50029.0	kJ/kg
Concentración Estequiométrica		9.5	%
Temperatura de Ebullición		111.66	°K (-161.49 °C)
Humedad relativa		60.00	%
Temperatura ambiente		298.15	°K (25.00 °C)
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO			
Diámetro del orificio		0.1524	m
Presión en la tubería		2109200.0	Pa
Coefficiente de descarga		0.63	
Longitud de la flama		32.353118	m
Tasa de emisión de masa		41.146023	kg /s
Clase de emisión		Flujo Sónico	
RADIACIÓN CALCULADA A DISTANCIAS ESPECÍFICAS			
Distancia a nivel de piso (m)	Distancia a fuente puntual (m)	Transmisividad	Radiación (kW/m2)
10.000	19.875	0.78	64.8458
25.000	30.332	0.75	26.8034
50.000	52.868	0.72	8.3925
60.000	62.410	0.71	5.9331
70.000	72.077	0.70	4.3911
80.000	81.823	0.69	3.3686
90.000	91.624	0.68	2.6593
100.000	101.464	0.68	2.1487
150.000	150.980	0.65	0.9363
200.000	200.736	0.63	0.5163
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECÍFICOS			
Radiación (kW/m2)	Distancia (m)	Dosis (W/m2) <sup>4/3</sup> tiempo de exposición= 60.00s	Dosis (W/m2) <sup>4/3</sup> tiempo de duración= 840.00 s
1.4000 E+00	1.2341 E+02	9.3970 E+05	1.3156 E+07
3.0000 E+00	8.4800 E+01	2.5960 E+06	3.6345 E+07
5.0000 E+00	6.5546 E+01	5.1299 E+06	7.1819 E+07
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE DOSIS DE RADIACIÓN ESPECÍFICAS			
Dosis (W/m2) <sup>3/4</sup>	Distancia (m)		
9.3970 E+05	3.2079 E+02		
2.5960 E+06	2.2241 E+02		
5.1299 E+06	1.7385 E+02		





Evento 5.2. JET FIRE



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)

TITULO DEL MODELO

Escenario No. 5. Evento 5.2

DESCRIPCION

Chorro de fuego ocasionado por una fuga de gas natural ocasionada por la ruptura diametral del 20% del gasoducto de 6" de diámetro que alimenta a la Estación de Regulación y Medición (ERM) SAINT GOBAIN.

DATOS DE LA SUSTANCIA

Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50
Subfamilia	()	
Fórmula	CH4	
Estructura	CH4	

PARAMETROS DE ENTRADA

Peso Molecular	16.04246 kg/kmol
Calor de Combustión	50029.0 kJ/kg
Concentración Estequiométrica	9.5 %
Temperatura de Ebullición	111.66 °K (-161.49 °C)
Humedad relativa	60.00 %
Temperatura ambiente	298.15 °K (25.00 °C)

CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO

Diámetro del orificio	0.03048 m
Presión en la tubería	2109200.0 Pa
Coefficiente de descarga	0.63
Longitud de la flama	6.470624 m
Tasa de emisión de masa	1.645841 kg /s
Clase de emisión	Flujo Sónico

RADIACIÓN CALCULADA A DISTANCIAS ESPECÍFICAS

Distancia a nivel de piso (m)	Distancia a fuente puntual (m)	Transmisividad	Radiación (kW/m2)
10.000	10.860	0.83	9.1738
25.000	25.356	0.76	1.5592
50.000	50.179	0.72	0.3744
60.000	60.149	0.71	0.2564
70.000	70.128	0.70	0.1860
80.000	80.112	0.69	0.1408
90.000	90.100	0.68	0.1102
100.000	100.090	0.68	0.0884
150.000	150.060	0.65	0.0379
200.000	200.045	0.64	0.0208

DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECÍFICOS

Radiación (kW/m2)	Distancia (m)	Dosis (W/m2) <sup>4/3</sup> tiempo de exposición= 60.00s	Dosis (W/m2) <sup>4/3</sup> tiempo de duración= 840.00 s
1.4000 E+00	2.6366 E+01	9.3970 E+05	1.3156 E+07
3.0000 E+00	1.8053 E+01	2.5960 E+06	3.6345 E+07
5.0000 E+00	1.3891 E+01	5.1299 E+06	7.1819 E+07

DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE DOSIS DE RADIACIÓN ESPECÍFICAS

Dosis (W/m2) <sup>3/4</sup>	Distancia (m)
9.3970 E+05	6.8720 E+01
2.5960 E+06	4.7622 E+01
5.1299 E+06	3.7202 E+01



### Análisis de interacciones del Escenario 5.

El presente escenario consiste en la formación de un Chorro de Fuego originado por una fuga de Gas Natural en el gasoducto de alimentación a la ERM SAINT GOBAIN, provocada por la ruptura diametral del 100% y 20% del gasoducto de 6"Φ a causa de una sobrepresión en la línea de suministro, lo cual puede llegar a ser catastrófico para la infraestructura presente en la zona donde se suscita el evento. Por tal efecto, y con fundamento en el análisis de riesgo mediante la metodología de Árbol de Fallas, se utilizó el software Árbol de Fallas (FaultREASE; Arthur D Little. Hazard Prevention Magazine) (Ver Anexo No. 10 Árboles de Falla), para determinar la probabilidad de ocurrencia de un incendio en el gasoducto principal de transporte, involucrando causas probables, tales como: fallas de instrumentos y/o accesorios y del material de construcción, principalmente, de lo anterior, y como resultado final se tiene que la probabilidad de ocurrencia de un escenario como el que se plantea es de  $7 \times 10^{-6}$ , lo cual de acuerdo a la Fuente de información consultada, lo cataloga como improbable.

- Fuente: (1) Modelo de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones. Dinámica Heurística. 2005  
 (2) Loss Prevention in the Process Industries, Frank P less, second Edition, 1996. Ed. HB Vol. I, II y III. Hazard Identification Assessment and Control  
 (3) Guidelines for Consequence Analysis of Chemical Releases. American Institute of Chemical Engineers (AIChE). 1999.  
 (4) Guideline for Hazard Evaluation Procedures, Second Edition, AIChE 1992.  
 (5) Fault Tree Handbook, U.S. Nuclear Regulatory Commission, 1981.

A continuación se describen las interacciones que puede llegar a tener una fuga de gas natural que al entrar en contacto con una fuente de ignición se convierte en un Jet Fire (Chorro de Fuego), con la infraestructura presente (unidades médicas, instituciones educativas, viviendas e instalaciones de riesgo), describiendo las consecuencias en caso de presentarse dicho escenario.

**TABLA RESUMEN**

COMPAÑÍA DE AUTOABASTECEDORES DE GAS NATURAL DE MORELOS, S.A. DE C.V.				Escenario 5. AYALA, MORELOS					
% de Ruptura por un impacto.	Jet Fire		Explosión no confinada		Chorro Horizontal		Ver Figuras VI.3.2.29 y VI.3.2.30		
	Ver Figura VI.3.2.25 y VI.3.2.26		Ver Figuras VI.3.2.27 y VI.3.2.28		Ver Figuras VI.3.2.29 y VI.3.2.30				
ERM SAINT GOBAIN Ayala, Morelos.	Eventos 5.1 y 5.2		Eventos 5.3 y 5.4		Eventos 5.5 y 5.6				
	Radios de afectación (R.A) (m)	Radiación Térmica (RT) Zonas de Riesgo (ZR)	Radios de Afectación (m)	Sobrepresiones y Zonas de Riesgo.	Radios de Afectación (m)	Isoconcentración (ppm)			
Evento al 100%	5.1	65,54	ZAR 5 Kw/m <sup>2</sup>	5.3	167,04	ZAR 1 psi	5.5	102,5	10 000
		123,41	ZA 1.4 Kw/m <sup>2</sup>		283,94	ZA 0,5 psi		15,25	50 000
						3,27		150 000	
Evento al 20%	5.2	13,89	ZAR	5.4	57,12	ZAR	5.6	153,7	10 000
		26,36	ZA		97,10	ZA		02,7	50 000
						1,45		150 000	





Efectos sobre la población y/o infraestructura existentes en la ZA y ZAR																			
Jet Fire (Ver Figura VI.3.2.25 y VI.3.2.26)	<p>⌘ <u>Infraestructura presente en la ZAR (65 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 65 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalaciones de la propia empresa SAINT GOBAIN a una distancia de 20 m,</li> <li>- Automóviles que circulen sobre la de las avenidas del parque Industrial de Cuautla, al momento de ocurrir el siniestro.</li> </ul>																		
	<p>⌘ <u>Visitantes y empleados de la empresa SAINT GOBAIN que transiten dentro de la ZAR (65 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 65 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 13 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo,</li> <li>- A los 40 segundos, presentarán quemaduras de segundo grado, considerando también asfixia por la disminución de Oxígeno y la exposición a los humos generados por el incendio.</li> </ul>																		
	<p>⌘ <u>Infraestructura presente en la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 65 hasta 123 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalaciones de la empresa SAINT GOBAIN a una distancia de 20 m,</li> </ul>																		
	<p>⌘ <u>Visitantes y empleados de la empresa SAINT GOBAIN que transiten dentro de la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1.4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio a partir de 86 hasta 162 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 115 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo en la piel expuesta,</li> <li>- Después de 663 segundos (11.05 min.), presentarán quemaduras de segundo grado,</li> </ul>																		
Explosión no Confinada (Ver Figura VI.3.2.27 y VI.3.2.28)	<p>⌘ <u>Infraestructura y habitantes presentes en la ZAR (623.95 psi a 1 psi en un radio de 0 m hasta 167.04 m) y ZA (1 psi a 0,5 psi en un radio a partir de 167.04 m hasta 283.94 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Principalmente a las Instalaciones de la empresa SAINT GOBAIN a una distancia de 20 m.</li> </ul>																		
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Sobrepresión</th> <th>Daño esperado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.0</td> <td>Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.</td> </tr> <tr> <td>2.0</td> <td>Colapso parcial de muros y techos de casas.</td> </tr> <tr> <td>3.0</td> <td>Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.</td> </tr> <tr> <td>4.0</td> <td>Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.</td> </tr> <tr> <td>5.0</td> <td>Postes de madera arrancados</td> </tr> <tr> <td>7.0</td> <td>Volcadura de carros de ferrocarril con carga</td> </tr> <tr> <td>9.0</td> <td>Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.</td> </tr> <tr> <td>10.0</td> <td>Posible destrucción total de edificios.</td> </tr> </tbody> </table>	Sobrepresión	Daño esperado	1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.	2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.	3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.	4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.	5.0	Postes de madera arrancados	7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga	9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.	10.0	Posible destrucción total de edificios.
	Sobrepresión	Daño esperado																	
	1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.																	
	2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.																	
	3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.																	
	4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.																	
	5.0	Postes de madera arrancados																	
	7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga																	
9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.																		
10.0	Posible destrucción total de edificios.																		
Chorro Horizontal (Ver Figura VI.3.2.29 y VI.3.2.30)	<p>Daños en la salud de los habitantes localizados dentro de cualquiera de los radios de afectación, ya que de acuerdo a la <b>OSHA (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional)</b>, el gas natural se considera como un asfixiante simple a cualquier concentración, por lo que no se establecen tiempos máximos permisibles de exposición a dicha sustancia de acuerdo a la NOM-010-STPS-1999.</p>																		

Por lo anterior, Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V. deberá de:

- Realizar celajes diarios por parte de técnicos capacitados (equipados con Radio con frecuencia controlada y con teléfono celular) y contar con registros de las verificaciones a realizar en cada uno de los recorridos por las instalaciones,



- Contar con un sistema de comunicación directa con oficinas de ELECNOR, para reportar cualquier falla en el suministro de Gas, así como cualquier emergencia que requiera el cierre del Gasoducto operado por ELECNOR. Así mismo mantener comunicación permanente mediante Radio de frecuencia controlada con el personal responsable de la operación del Gasoducto,
- Elaborar y poner en práctica un programa de capacitación dirigido al personal operativo, en relación a los procedimientos establecidos para la ejecución de las actividades de mantenimiento,
- Elaborar y poner en práctica una lista de verificación de tuberías, con el objeto de llevar un control en cuanto a la integridad mecánica de las mismas,
- Las actividades de verificación visual, se deberán realizar diariamente, y al detectar alguna anomalía en la instalación, actuar correctamente con apego a los procedimientos establecidos,
- Instalar letreros y señalamientos alusivos al peligro que representa la instalación, con el objeto de alertar a las personas que transitan por dicha zona.

**Radios de Afectación  
Eventos 5.1 y 5.2**

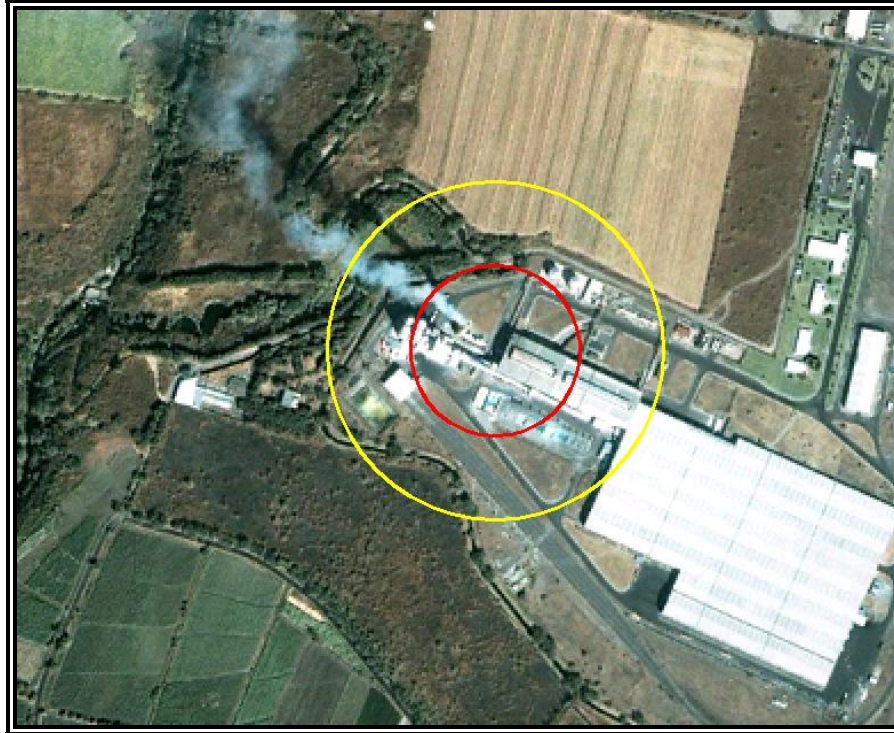
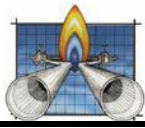
Incendio (Radiación Térmica):

**Evento 5.1**

<b>ERM SAINT GOBAINT (Fuga del 100%)</b>	
<b>Zonas de Riesgo</b>	<b>Radios de Afectación (m)</b>
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m <sup>2</sup> )	65,54
Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m <sup>2</sup> )	123,41

**Evento 5.2**

<b>ERM SAINT GOBAINT (Fuga del 20%)</b>	
<b>Zonas de Riesgo</b>	<b>Radios de Afectación (m)</b>
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m <sup>2</sup> )	13,89
Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m <sup>2</sup> )	26,36



**Figura VI.3.2.25** Evento 5.1 Incendio (Radiación Térmica). Zona de Alto Riesgo (ZAR) ( $5 \text{ KW/m}^2$ ) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) ( $1.4 \text{ KW/m}^2$ ) en color amarillo.



Figura VI.3.2.25 Evento 5.2 Incendio (Radiación Térmica). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m<sup>2</sup>) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m<sup>2</sup>) en color amarillo.

Evento 5.3. Explosión no Confinada.



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas

TITULO DEL MODELO	
Escenario 5. Evento 5.3	
DESCRIPCION	
Explosión no confinada originada por una fuga de gas natural debido a la ruptura diametral del 100% del gasoducto de 6" de diámetro que alimenta a la Estación de Regulación y Medición (ERM) SAINT GOBAIN.	
DATOS DE LA SUSTANCIA	
Nombre	METANO (METHANE)
No. CAS	74-82-8
Nombre CAS	METHANE
Nombre IUPAC	METHANE
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)
Subfamilia	()
Fórmula	CH4
Estructura	CH4
Sinónimos	FIRE DAMP MARSH GAS METHYL HYDRIDE REFRIGERANT 50
PARAMETROS DE ENTRADA	
Peso del material en la nube	2468.7613 kg
Factor de Eficiencia Explosiva	0.03
Límite Inferior de Explosividad	5 %
Límite Superior de Explosividad	15 %
Calor de Combustión	50029 kJ/kg
Calor de Combustión del TNT (RMP)	4680 kJ/kg
Masa Equivalente en TNT	791.72858383141 kg
Distancia mínima de cálculo	0.623522320513258
Distancia máxima de cálculo	370.04292018591
Distancia total de cálculo	369.419397865397
PRESIÓN CALCULADA A DISTANCIAS DE INTERÉS	
Distancia (m)	Presión (kPa)
5.0000000	4301.9831127
10.0000000	1119.5446700
15.0000000	500.0000000
20.0000000	280.0000000
25.0000000	160.0000000
30.0000000	80.0000000
35.0000000	40.0000000
40.0000000	20.0000000
45.0000000	10.0000000
50.0000000	5.0000000
55.0000000	2.5000000
60.0000000	1.2500000
65.0000000	0.6250000
70.0000000	0.3125000
75.0000000	0.1562500
80.0000000	0.0781250
85.0000000	0.0390625
90.0000000	0.0195312
95.0000000	0.0097656
100.0000000	0.0048828

Distancia (m)	Presión (kPa)	Presión (psi)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
5.0000000	4301.9831127	623.9550833	0.1623753	166.8103900	0.3138991
10.0000000	1119.5446700	160.8237100	0.4059370	83.4051950	0.6277982
15.0000000	500.0000000	72.5368410	0.6089055	55.6034633	0.9416973
20.0000000	280.0000000	40.5115358	0.8118740	40.0000000	1.2255964
25.0000000	160.0000000	23.1098930	1.0148425	28.0000000	1.5100000
30.0000000	80.0000000	11.5962265	1.2178110	20.0000000	1.7944000
35.0000000	40.0000000	5.7981133	1.4207795	14.0000000	2.0788000
40.0000000	20.0000000	2.8990566	1.6237480	10.0000000	2.3632000
45.0000000	10.0000000	1.4495283	1.8267165	7.0000000	2.6476000
50.0000000	5.0000000	0.7247641	2.0296850	5.0000000	2.9320000
55.0000000	2.5000000	0.3623820	2.2326535	3.5000000	3.2164000
60.0000000	1.2500000	0.1811910	2.4356220	2.5000000	3.5008000
65.0000000	0.6250000	0.0905955	2.6385905	1.7500000	3.7852000
70.0000000	0.3125000	0.0452977	2.8415590	1.2500000	4.0696000
75.0000000	0.1562500	0.0226489	3.0445275	0.8750000	4.3540000
80.0000000	0.0781250	0.0113244	3.2474960	0.6125000	4.6384000
85.0000000	0.0390625	0.0056622	3.4504645	0.4375000	4.9228000
90.0000000	0.0195312	0.0028311	3.6534330	0.3125000	5.2072000
95.0000000	0.0097656	0.0014156	3.8564015	0.2187500	5.4916000
100.0000000	0.0048828	0.0007078	4.0593700	0.1562500	5.7760000





### Evento 5.4. Explosión no Confinada



#### SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

#### Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas

##### TITULO DEL MODELO

Escenario 5. Evento 5.4

##### DESCRIPCION

Explosión no confinada originada por una fuga de gas natural debido a la ruptura diametral del 20% del gasoducto de 6" de diámetro que alimenta a la Estación de Regulación y Medición (ERM) SAINT GOBAIN.

##### DATOS DE LA SUSTANCIA

Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50
Subfamilia	()	
Fórmula	CH4	
Estructura	CH4	

##### PARAMETROS DE ENTRADA

Peso del material en la nube	98.7504 kg
Factor de Eficiencia Explosiva	0.03
Límite Inferior de Explosividad	5 %
Límite Superior de Explosividad	15 %
Calor de Combustión	50029 kJ/kg
Calor de Combustión del TNT (RMP)	4680 kJ/kg
Masa Equivalente en TNT	31.6691266769231 kg
Distancia mínima de cálculo	0.213241596629151
Distancia máxima de cálculo	126.552876337775
Distancia total de cálculo	126.339634741146

##### PRESION CALCULADA A DISTANCIAS DE INTERÉS

Distancia (m)	Presión (kPa)	Presión (psi)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
5.0000000	488.3981183	70.8367468	1.0913609	168.5710047	2.1159540
10.0000000	103.7167120	15.0429623	3.8830015	88.5854225	2.9519150
20.0000000	29.1856880	4.2330613	11.6775346	47.8981863	4.1212957
30.0000000	15.0412027	2.1621084	20.2448600	33.6420070	4.7060507

SE  
Am





**Radios de Afectación  
Eventos 5.3 y 5.4**

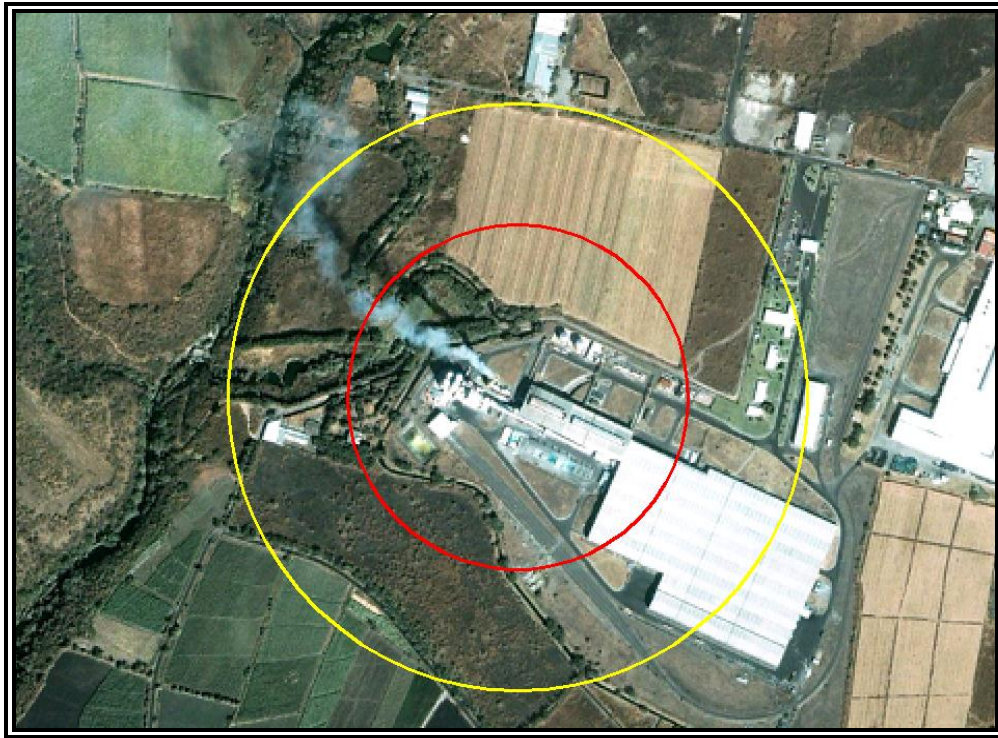
❖ Sobrepresión (Explosión):

**Evento 5.3**

ERM SAINT GOBAIN (Fuga del 100%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1.0 psi)	167,04
Zona de Amortiguamiento (ZA) (0.5 psi)	283,94

**Evento 5.4**

ERM SAINT GOBAIN (Fuga del 20%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1.0 psi)	57,12
Zona de Amortiguamiento (ZA) (0.5 psi)	97,10



**Figura VI.3.2.27** Evento 5.3 Explosión no Confinada (Sobrepresión). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1 PSI) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (0,5 PSI) en color amarillo.



**Figura VI.3.2.28** Evento 5.4 Explosión no Confinada (Sobrepresión). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1 PSI) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (0,5 PSI) en color amarillo.

**Radios de Afectación  
Eventos 5.5 y 5.6**

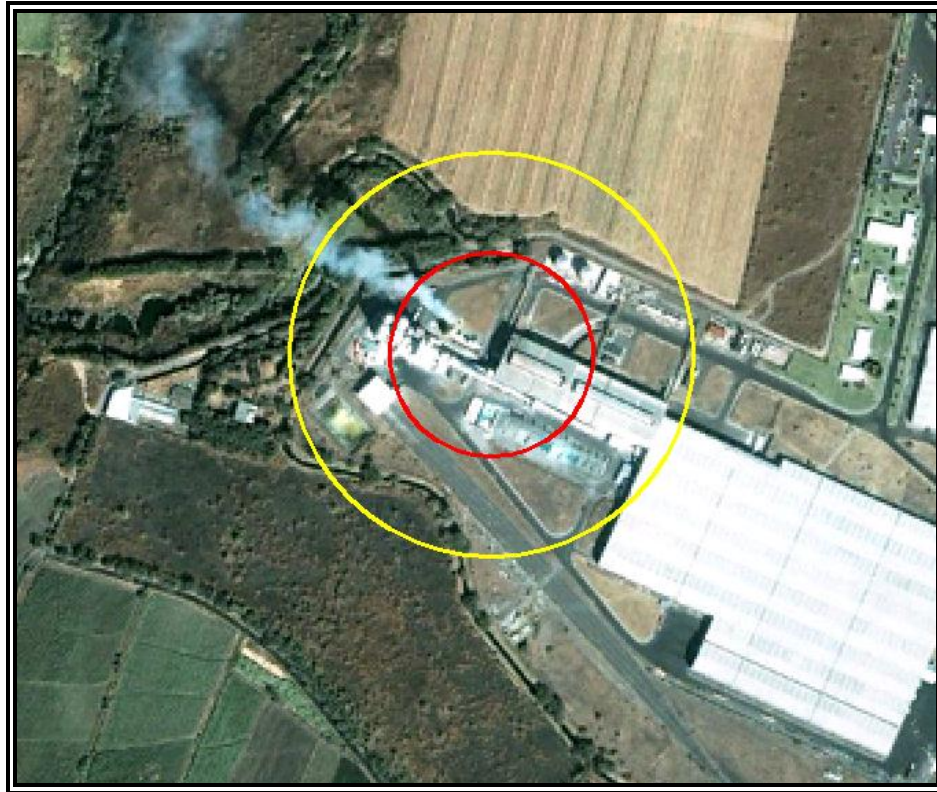
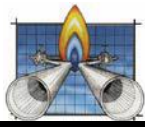
❖ Chorro Horizontal (Isoconcentraciones):

**Evento 5.5**

ERM SAINT GOBAIN (Fuga del 100%)	
Isoconcentraciones	Radios de Afectación (m)
10 000 ppm	102,5
50 000 ppm	15,25
150 000 ppm	3,27

**Evento 5.6**

ERM SAINT GOBAIN (Fuga del 20%)	
Isoconcentraciones	Radios de Afectación (m)
10 000 ppm	153,07
50 000 ppm	2,7
150 000 ppm	1,45



**Figura VI.3.2.29** Evento 5.5. Radios de concentraciones de Gas Natural en partes por millón (ppm).





**Figura VI.3.2.30** Evento 5.6. Radios de concentraciones de Gas Natural en partes por millón (ppm).





**Escenario 6: Estación de Regulación y Medición UNILEVER, con una rotura del 100% y 20% del gasoducto de alimentación con diámetro de seis pulgadas (6"Φ).**

Se presenta una fuga de Gas Natural en el gasoducto de 6"Φ de acero al carbón API 5L Grado X42 con un espesor de 0,219" pulgadas, el cual alimenta a la Estación de Regulación y Medición UNILEVER, dicha fuga es causada por una rotura en el gasoducto a causa de una sobrepresión en la línea de suministro.

Consideraciones.

- El tiempo máximo de respuesta por parte del personal operativo para mitigar la fuga en la tubería de 6"Φ que alimenta a la ERM UNILEVER se considera de 15 minutos, debido a que las instalaciones cuentan con válvula de bloqueo y medidores de presión que emiten señales a través del sistema de control de Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V.. Además de contar con vialidades existentes en la zona, lo que permite un acceso rápido a la instalación.
- El tipo de liberación de la fuga es continuo durante el tiempo que ocurre.
- A 60 segundos, después de haberse generado la fuga, el Gas Natural entra en contacto con una fuente de ignición (chispa), lo cual provoca un JET FIRE.
- El gas inflamable que se escapa por la rotura del gasoducto, forma una atmósfera explosiva la cual alcanza un punto de ignición (chispa) generado por un vehículo al transitar por la zona, a los 60 segundos de concentración de la nube, originando una explosión no confinada.
- El diámetro del orificio es de 152,4 mm para la rotura del 100% y de 30,48 mm para la rotura del 20% de la tubería de 6" API 5L Grado X42 con un espesor de pared de 0,219" pulgadas.

Condiciones ambientales y de operación.

- Temperatura del Gas en la tubería: 25°C,
- Velocidad del viento: 1 m/s,
- Humedad relativa: 60%,
- Presión del gas en la tubería: 21 Kg/cm<sup>2</sup> (2 059,39 KPa)
- Altura de la fuente de emisión: 1 m.



Evento 6.1. JET FIRE



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)

TITULO DEL MODELO			
Escenario No. 6. Evento 6.1			
DESCRIPCION			
Chorro de fuego ocasionado por una fuga de gas natural ocasionada por la ruptura diametral del 100% del gasoducto de acero de 6" de diámetro que alimenta a la Estación de Regulación y Medición (ERM) UNILEVER.			
DATOS DE LA SUSTANCIA			
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos	
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP	
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS	
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE	
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50	
Subfamilia	()		
Fórmula	CH4		
Estructura	CH4		
PARAMETROS DE ENTRADA			
Peso Molecular		16.04246 kg/kmol	
Calor de Combustión		50029.0 kJ/kg	
Concentración Estequiométrica		9.5 %	
Temperatura de Ebullición		111.66 °K (-161.49 °C)	
Humedad relativa		60.00 %	
Temperatura ambiente		298.15 °K (25.00 °C)	
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO			
Diámetro del orificio		0.1524 m	
Presión en la tubería		2109200.0 Pa	
Coefficiente de descarga		0.63	
Longitud de la flama		32.353118 m	
Tasa de emisión de masa		41.146023 kg /s	
Clase de emisión		Flujo Sónico	
RADIACIÓN CALCULADA A DISTANCIAS ESPECIFICAS			
Distancia a nivel de piso (m)	Distancia a fuente puntual (m)	Transmisividad	Radiación (kW/m2)
10.000	19.875	0.78	64.8458
25.000	30.332	0.75	26.8034
50.000	52.868	0.72	8.3925
60.000	62.410	0.71	5.9331
70.000	72.077	0.70	4.3911
80.000	81.823	0.69	3.3686
90.000	91.624	0.68	2.6593
100.000	101.464	0.68	2.1487
150.000	150.980	0.65	0.9363
200.000	200.736	0.63	0.5163
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECIFICOS			
Radiación (kW/m2)	Distancia (m)	Dosis (W/m2) <sup>4/3</sup> tiempo de exposición= 60.00s	Dosis (W/m2) <sup>4/3</sup> tiempo de duración= 840.00 s
1.4000 E+00	1.2341 E+02	9.3970 E+05	1.3156 E+07
3.0000 E+00	8.4800 E+01	2.5960 E+06	3.6345 E+07
5.0000 E+00	6.5546 E+01	5.1299 E+06	7.1819 E+07
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE DOSIS DE RADIACIÓN ESPECIFICAS			
Dosis (W/m2) <sup>3/4</sup>		Distancia (m)	
9.3970 E+05		3.2079 E+02	
2.5960 E+06		2.2241 E+02	
5.1299 E+06		1.7385 E+02	



Evento 6.2. JET FIRE



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)

TITULO DEL MODELO

Escenario No. 6. Evento 6.2

DESCRIPCION

Chorro de fuego ocasionado por una fuga de gas natural ocasionada por la ruptura diametral del 20% del gasoducto de acero de 6" de diámetro que alimenta a la Estación de Regulación y Medición (ERM) UNILEVER.

DATOS DE LA SUSTANCIA

Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50
Subfamilia	()	
Fórmula	CH4	
Estructura	CH4	

PARAMETROS DE ENTRADA

Peso Molecular	16.04246 kg/kmol
Calor de Combustión	50029.0 kJ/kg
Concentración Estequiométrica	9.5 %
Temperatura de Ebullición	111.66 °K (-161.49 °C)
Humedad relativa	60.00 %
Temperatura ambiente	298.15 °K (25.00 °C)

CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO

Diámetro del orificio	0.03048 m
Presión en la tubería	2109200.0 Pa
Coefficiente de descarga	0.63
Longitud de la flama	6.470624 m
Tasa de emisión de masa	1.645841 kg /s
Clase de emisión	Flujo Sónico

RADIACIÓN CALCULADA A DISTANCIAS ESPECÍFICAS

Distancia a nivel de piso (m)	Distancia a fuente puntual (m)	Transmisividad	Radiación (kW/m2)
10.000	10.860	0.83	9.1738
25.000	25.356	0.76	1.5592
50.000	50.179	0.72	0.3744
60.000	60.149	0.71	0.2564
70.000	70.128	0.70	0.1860
80.000	80.112	0.69	0.1408
90.000	90.100	0.68	0.1102
100.000	100.090	0.68	0.0884
150.000	150.060	0.65	0.0379
200.000	200.045	0.64	0.0208

DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECÍFICOS

Radiación (kW/m2)	Distancia (m)	Dosis (W/m2) <sup>4/3</sup> tiempo de exposición= 60.00s	Dosis (W/m2) <sup>4/3</sup> tiempo de duración= 840.00 s
1.4000 E+00	2.6366 E+01	9.3970 E+05	1.3156 E+07
3.0000 E+00	1.8053 E+01	2.5960 E+06	3.6345 E+07
5.0000 E+00	1.3891 E+01	5.1299 E+06	7.1819 E+07

DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE DOSIS DE RADIACIÓN ESPECÍFICAS

Dosis (W/m2) <sup>3/4</sup>	Distancia (m)
9.3970 E+05	6.8720 E+01
2.5960 E+06	4.7622 E+01
5.1299 E+06	3.7202 E+01



### Análisis de interacciones del Escenario 6.

El presente escenario consiste en la formación de un Chorro de Fuego originado por una fuga de Gas Natural en el gasoducto de alimentación a la ERM SAINT GOBAIN, provocada por la ruptura diametral del 100% y 20% del gasoducto de 6"Φ a causa de una sobrepresión en la línea de suministro, lo cual puede llegar a ser catastrófico para la infraestructura presente en la zona donde se suscita el evento. Por tal efecto, y con fundamento en el análisis de riesgo mediante la metodología de Árbol de Fallas, se utilizó el software Árbol de Fallas (FaultREASE; Arthur D Little. Hazard Prevention Magazine) (Ver Anexo No. 10 Árboles de Falla), para determinar la probabilidad de ocurrencia de un incendio en el gasoducto principal de transporte, involucrando causas probables, tales como: fallas de instrumentos y/o accesorios y del material de construcción, principalmente, de lo anterior, y como resultado final se tiene que la probabilidad de ocurrencia de un escenario como el que se plantea es de  $7 \times 10^{-6}$ , lo cual de acuerdo a la Fuente de información consultada, lo cataloga como improbable.

- Fuente: (1) Modelo de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones. Dinámica Heurística. 2005  
 (2) Loss Prevention in the Process Industries, Frank P less, second Edition, 1996. Ed. HB Vol. I, II y III. Hazard Identification Assessment and Control  
 (3) Guidelines for Consequence Analysis of Chemical Releases. American Institute of Chemical Engineers (AIChE). 1999.  
 (4) Guideline for Hazard Evaluation Procedures, Second Edition, AIChE 1992.  
 (5) Fault Tree Handbook, U.S. Nuclear Regulatory Commission, 1981.

A continuación se describen las interacciones que puede llegar a tener una fuga de gas natural que al entrar en contacto con una fuente de ignición se convierte en un Jet Fire (Chorro de Fuego), con la infraestructura presente (unidades médicas, instituciones educativas, viviendas e instalaciones de riesgo), describiendo las consecuencias en caso de presentarse dicho escenario.

**TABLA RESUMEN**

COMPAÑÍA DE AUTOABASTECEDORES DE GAS NATURAL DE MORELOS, S.A. DE C.V.				Escenario 6. JIUTEPEC, MORELOS					
% de Ruptura por un impacto. ERM UNILEVER Jiutepec, Morelos.	Jet Fire Ver Figura VI.3.2.31 y VI.3.2.32 Eventos 6.1 y 6.2		Explosión no confinada Ver Figuras VI.3.2.33 y VI.3.2.34 Eventos 6.3 y 6.4		Chorro Horizontal Ver Figuras VI.3.2.35 y VI.3.2.36 Eventos 6.5 y 6.6				
	Radios de afectación (R.A) (m)	Radiación Térmica (RT) Zonas de Riesgo (ZR)	Radios de Afectación (m)	Sobrepresiones y Zonas de Riesgo.	Radios de Afectación (m)	Isoconcentración (ppm)			
Evento al 100%	6.1	65,54	ZAR 5 Kw/m <sup>2</sup>	6.3	167,04	ZAR 1 psi	6.5	102,5	10 000
		123,41	ZA 1.4 Kw/m <sup>2</sup>		283,94	ZA 0,5 psi		15,25	50 000
								3,27	150 000
Evento al 20%	6.2	13,89	ZAR	6.4	57,12	ZAR	6.6	153,7	10 000
		26,36	ZA		97,10	ZA		02,7	50 000
								1,45	150 000



<b>Efectos sobre la población y/o infraestructura existentes en la ZA y ZAR</b>																			
<p>Jet Fire (Ver Figura VI.3.2.31 y VI.3.2.32)</p>	<p>⌘ <u>Infraestructura presente en la ZAR (65 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 65 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalaciones de la propia empresa UNILEVER a una distancia de 20 m,</li> <li>- Automóviles que circulen sobre la Avenida Eje Norte del parque Industrial CIVAC, al momento de ocurrir el siniestro.</li> </ul> <p>⌘ <u>Visitantes y empleados de la empresa UNILEVER que transiten dentro de la ZAR (65 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 65 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 13 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo,</li> <li>- A los 40 segundos, presentarán quemaduras de segundo grado, considerando también asfixia por la disminución de Oxígeno y la exposición a los humos generados por el incendio.</li> </ul> <p>⌘ <u>Infraestructura presente en la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 65 hasta 123 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalaciones de la propia empresa UNILEVER a una distancia de 10 m,</li> <li>- Automóviles que circulen sobre la Avenida Eje Norte del parque Industrial CIVAC, al momento de ocurrir el siniestro.</li> <li>- Instalaciones de la empresa ALUCAPS Mexicana a 70 m de distancia,</li> </ul> <p>⌘ <u>Visitantes y empleados de la empresa UNILEVER que transiten dentro de la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1.4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio a partir de 86 hasta 162 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 115 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo en la piel expuesta,</li> <li>- Después de 663 segundos (11.05 min.), presentarán quemaduras de segundo grado,</li> </ul>																		
<p>Explosión no Confinada (Ver Figura VI.3.2.33 y VI.3.2.34)</p>	<p>⌘ <u>Infraestructura y habitantes presentes en la ZAR (623,95 psi a 1 psi en un radio de 0 m hasta 167,04 m) y ZA (1 psi a 0,5 psi en un radio a partir de 167,04 m hasta 283,94 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Principalmente a las Instalaciones de la empresa UNILEVER a una distancia de 10 m,</li> <li>- Instalaciones de la empresa Disc Ingeniería a 186 m de distancia,</li> <li>- Establecimiento comercial (Mueblería COSMOS) ubicado a 160 m de distancia,</li> <li>- ERM No. 8 a 165 m de distancia,</li> <li>- ERM UQUIFA instalada a 245 m de distancia,</li> <li>- Instalaciones de la empresa Givaudan a 185 m de distancia,</li> <li>- Instalaciones de la empresa Glaxosmithkline a 177 m de distancia,</li> <li>- Refrigeración de Morelos cuyas instalaciones se encuentran a 220 m de distancia.</li> </ul> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">Sobrepresión</th> <th>Daño esperado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1.0</td> <td>Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2.0</td> <td>Colapso parcial de muros y techos de casas.</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3.0</td> <td>Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">4.0</td> <td>Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">5.0</td> <td>Postes de madera arrancados</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">7.0</td> <td>Volcadura de carros de ferrocarril con carga</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">9.0</td> <td>Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">10.0</td> <td>Posible destrucción total de edificios.</td> </tr> </tbody> </table>	Sobrepresión	Daño esperado	1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.	2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.	3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.	4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.	5.0	Postes de madera arrancados	7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga	9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.	10.0	Posible destrucción total de edificios.
Sobrepresión	Daño esperado																		
1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.																		
2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.																		
3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.																		
4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.																		
5.0	Postes de madera arrancados																		
7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga																		
9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.																		
10.0	Posible destrucción total de edificios.																		
<p>Chorro Horizontal (Ver Figura VI.3.2.35 y VI.3.2.36)</p>	<p>Daños en la salud de los habitantes localizados dentro de cualquiera de los radios de afectación, ya que de acuerdo a la <b>OSHA (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional)</b>, el gas natural se considera como un asfixiante simple a cualquier concentración, por lo que no se establecen tiempos máximos permisibles de exposición a dicha sustancia de acuerdo a la NOM-010-STPS-1999.</p>																		





Por lo anterior, Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V. deberá de:

- Realizar celajes diarios por parte de técnicos capacitados (equipados con Radio con frecuencia controlada y con teléfono celular) y contar con registros de las verificaciones a realizar en cada uno de los recorridos por las instalaciones,
- Contar con un sistema de comunicación directa con oficinas de ELECENOR, para reportar cualquier falla en el suministro de Gas, así como cualquier emergencia que requiera el cierre del Gasoducto operado por ELECENOR. Así mismo mantener comunicación permanente mediante Radio de frecuencia controlada con el personal responsable de la operación del Gasoducto,
- Elaborar y poner en práctica un programa de capacitación dirigido al personal operativo, en relación a los procedimientos establecidos para la ejecución de las actividades de mantenimiento,
- Elaborar y poner en práctica una lista de verificación de tuberías, con el objeto de llevar un control en cuanto a la integridad mecánica de las mismas,
- Las actividades de verificación visual, se deberán realizar diariamente, y al detectar alguna anomalía en la instalación, actuar correctamente con apego a los procedimientos establecidos,
- Instalar letreros y señalamientos alusivos al peligro que representa la instalación, con el objeto de alertar a las personas que transitan por dicha zona.

### **Radios de Afectación Eventos 6.1 y 6.2**

Incendio (Radiación Térmica):

#### **Evento 6.1**

<b>ERM UNILEVER (Fuga del 100%)</b>	
<b>Zonas de Riesgo</b>	<b>Radios de Afectación (m)</b>
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m <sup>2</sup> )	65,54
Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m <sup>2</sup> )	123,41

#### **Evento 6.2**

<b>ERM UNILEVER (Fuga del 20%)</b>	
<b>Zonas de Riesgo</b>	<b>Radios de Afectación (m)</b>
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m <sup>2</sup> )	13,89
Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m <sup>2</sup> )	26,36



**Figura VI.3.2.31** Evento 6.1 Incendio (Radiación Térmica). Zona de Alto Riesgo (ZAR) ( $5 \text{ KW/m}^2$ ) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) ( $1.4 \text{ KW/m}^2$ ) en color amarillo.



**Figura VI.3.2.32** Evento 6.2 Incendio (Radiación Térmica). Zona de Alto Riesgo (ZAR) ( $5 \text{ KW/m}^2$ ) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) ( $1.4 \text{ KW/m}^2$ ) en color amarillo.



**Evento 6.3. Explosión no Confinada.**



**SCRI-FUEGO**

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

**Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas**

**TITULO DEL MODELO**

Escenario 6. Evento 6.3

**DESCRIPCION**

Explosión no confinada originada por una fuga de gas natural debido a la ruptura diametral del 100% del gasoducto de acero de 6" de diámetro que alimenta a la Estación de Regulación y Medición (ERM) UNILEVER.

**DATOS DE LA SUSTANCIA**

Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50
Subfamilia	()	
Fórmula	CH4	
Estructura	CH4	

**PARAMETROS DE ENTRADA**

Peso del material en la nube	2468.7613 kg
Factor de Eficiencia Explosiva	0.03
Límite Inferior de Explosividad	5 %
Límite Superior de Explosividad	15 %
Calor de Combustión	50029 kJ/kg
Calor de Combustión del TNT (RMP)	4680 kJ/kg
Masa Equivalente en TNT	791.72858383141 kg
Distancia mínima de cálculo	0.623522320513258
Distancia máxima de cálculo	370.04292018591
Distancia total del cálculo	369.419397865397

**PRESIÓN CALCULADA A DISTANCIAS DE INTERÉS**

Distancia (m)	Presión (kPa)	Presión (psi)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
5.0000000	4301.9831127	623.9550833	0.1623753	166.8103900	0.3138991
10.0000000	1148.5449760	166.5837493	0.5386712	228.9185167	2.0096444
20.0000000	237.5749001	34.4576124	1.9594834	124.9035553	2.0930370
30.0000000	98.3686009	14.2672779	4.0596819	86.6165128	3.0092307
50.0000000	37.7684929	5.4779023	9.2803931	55.2594658	3.8996946
70.0000000	22.0972969	3.2049686	15.0063680	40.4907505	4.3741887
100.0000000	13.3168673	1.9314644	23.8647954	28.7661178	4.9095458
150.0000000	7.8863812	1.1436324	39.0178190	19.4360265	5.5808121
200.0000000	5.5013601	0.7979115	54.5614045	14.7085991	6.0650354

**DISTANCIAS CALCULADAS SEGÚN LAS PRESIONES DE INTERÉS**

Presión (kPa)	Presión (psi)	Distancia (m)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
137.8940000	20.0000000	25.5569608	3.0622064	99.7882456	2.5999234
103.4205000	15.0000000	29.2805015	3.8923182	88.4784205	2.9550329
68.9470000	10.0000000	35.8571539	5.4905268	74.1406631	3.3676192
34.4735000	5.0000000	52.7967274	10.0640349	52.6017820	3.9775200
27.5788000	4.0000000	60.6057081	12.2866774	46.3417006	4.1712131
20.6841000	3.0000000	73.1774329	15.9340331	38.8236311	4.4377880
13.7894000	2.0000000	97.4569825	23.1065135	29.4913465	4.8688623
6.8947000	1.0000000	167.0433006	44.2813291	17.5166443	5.7630431
3.4473500	0.5000000	283.9465083	80.9068542	10.3847593	6.6462484



**Evento 6.4. Explosión no Confinada**



**SCRI-FUEGO**

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

**Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas**

**TITULO DEL MODELO**

Escenario 6. Evento 6.4

**DESCRIPCION**

Explosión no confinada originada por una fuga de gas natural debido a la ruptura diametral del 20% del gasoducto de acero de 6" de diámetro que alimenta a la Estación de Regulación y Medición (ERM) UNILEVER.

**DATOS DE LA SUSTANCIA**

Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50
Subfamilia	()	
Fórmula	CH4	
Estructura	CH4	

**PARAMETROS DE ENTRADA**

Peso del material en la nube	96.7504 kg
Factor de Eficiencia Explosiva	0.03
Límite Inferior de Explosividad	5 %
Límite Superior de Explosividad	15 %
Calor de Combustión	50029 kJ/kg
Calor de Combustión del TNT (RMP)	4680 kJ/kg
Masa Equivalente en TNT	31.6691266769231 kg
Distancia mínima de cálculo	0.213241596629151
Distancia máxima de cálculo	126.552876337775
Distancia total de cálculo	126.339634741146

**PRESION CALCULADA A DISTANCIAS DE INTERÉS**

Distancia (m)	Presión (kPa)	Presión (psi)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
5.0000000	488.3981183	70.8367468	1.0913609	168.5710047	2.1159540
10.0000000	103.7167120	15.0429623	3.8830015	88.5854225	2.9519150
20.0000000	29.1856880	4.2330613	11.6775346	47.8981863	4.1212957
30.0000000	15.9412937	2.3121084	20.2148600	32.6429079	4.7059597
50.0000000	8.1439624	1.1811917	37.8507399	19.9235900	5.5373522
70.0000000	5.3418439	0.7747754	56.0291899	14.3801383	6.1034439
100.0000000	3.3065489	0.4795784	83.5458419	10.0797518	6.6966765
150.0000000					
200.0000000					

**DISTANCIAS CALCULADAS SEGÚN LAS PRESIONES DE INTERÉS**

Presión (kPa)	Presión (psi)	Distancia (m)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
137.8940000	20.0000000	8.7403561	3.0622064	99.7882456	2.5999234
103.4205000	15.0000000	10.0137889	3.8923182	88.4784205	2.9550329
68.9470000	10.0000000	12.2629720	5.4905268	74.1406631	3.3676192
34.4735000	5.0000000	18.0562236	10.0640349	52.6017820	3.9775200
27.5788000	4.0000000	20.7268570	12.2866774	46.3417006	4.1712131
20.6841000	3.0000000	25.0263256	15.9340331	38.8236311	4.4377880
13.7894000	2.0000000	33.3298133	23.1065135	29.4913465	4.8688623
6.8947000	1.0000000	57.1279952	44.2813291	17.5166443	5.7630431
3.4473500	0.5000000	97.1083228	80.9068542	10.3847593	6.6462484





### Radios de Afectación Eventos 6.3 y 6.4

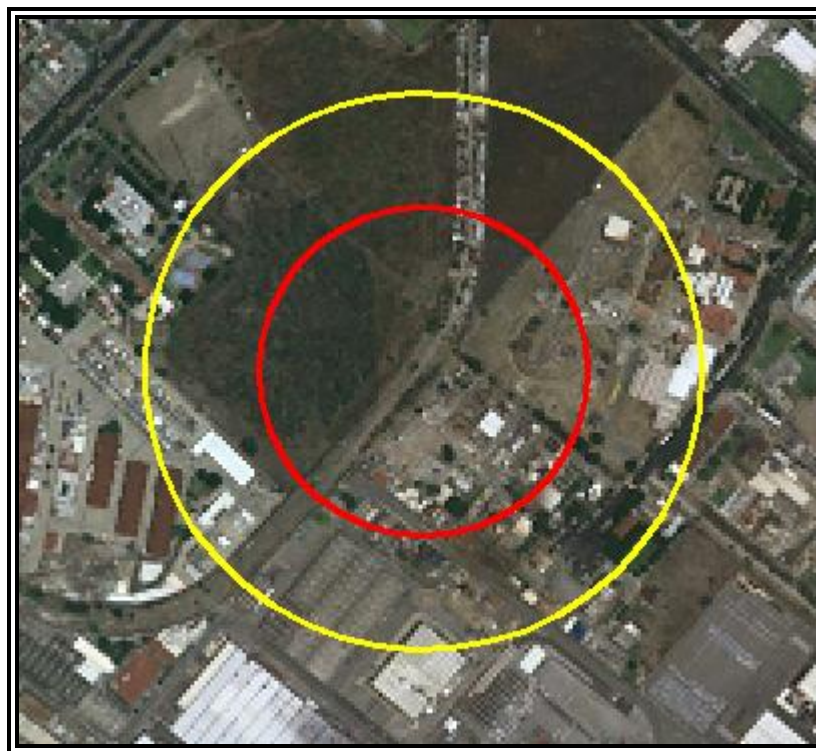
❖ Sobrepresión (Explosión):

#### Evento 6.3

ERM UNILEVER (Fuga del 100%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1.0 psi)	167,04
Zona de Amortiguamiento (ZA) (0.5 psi)	283,94

#### Evento 6.4

ERM UNILEVER (Fuga del 20%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1.0 psi)	57,12
Zona de Amortiguamiento (ZA) (0.5 psi)	97,10



**Figura VI.3.2.33** Evento 6.3 Explosión no Confinada (Sobrepresión). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1 PSI) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (0,5 PSI) en color amarillo.





**Figura VI.3.2.34** Evento 6.4 Explosión no Confinada (Sobrepresión). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1 PSI) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (0,5 PSI) en color amarillo.

**Radios de Afectación  
Eventos 6.5 y 6.6**

❖ Chorro Horizontal (Isoconcentraciones):

**Evento 6.5**

ERM UNILEVER (Fuga del 100%)	
Isoconcentraciones	Radios de Afectación (m)
10 000 ppm	102,5
50 000 ppm	15,25
150 000 ppm	3,27

**Evento 6.6**

ERM UNILEVER (Fuga del 20%)	
Isoconcentraciones	Radios de Afectación (m)
10 000 ppm	153,07
50 000 ppm	2,7
150 000 ppm	1,45



**Figura VI.3.2.35** Evento 6.5. Radios de concentraciones de Gas Natural en partes por millón (ppm).



**Figura VI.3.2.36** Evento 6.6. Radios de concentraciones de Gas Natural en partes por millón (ppm).



**Escenario 7: Estación de Regulación y Medición KOLORINES, con una rotura del 100% y 20% del gasoducto de alimentación con diámetro de seis pulgadas (6"Φ).**

Se presenta una fuga de Gas Natural en el gasoducto de 6"Φ de acero al carbón API 5L Grado X42 con un espesor de 0,219" pulgadas, el cual alimenta a la Estación de Regulación y Medición KOLORINES, dicha fuga es causada por una rotura en el gasoducto a causa de una sobrepresión en la línea de suministro.

Consideraciones.

- El tiempo máximo de respuesta por parte del personal operativo para mitigar la fuga en la tubería de 6"Φ que alimenta a la ERM KOLORINES se considera de 15 minutos, debido a que las instalaciones cuentan con válvula de bloqueo y medidores de presión que emiten señales a través del sistema de control de Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V.. Además de contar con vialidades existentes en la zona, lo que permite un acceso rápido a la instalación.
- El tipo de liberación de la fuga es continuo durante el tiempo que ocurre.
- A 60 segundos, después de haberse generado la fuga, el Gas Natural entra en contacto con una fuente de ignición (chispa), lo cual provoca un JET FIRE.
- El gas inflamable que se escapa por la rotura del gasoducto, forma una atmósfera explosiva la cual alcanza un punto de ignición (chispa) generado por un vehículo al transitar por la zona, a los 60 segundos de concentración de la nube, originando una explosión no confinada.
- El diámetro del orificio es de 152,4 mm para la rotura del 100% y de 30,48 mm para la rotura del 20% de la tubería de 6" API 5L Grado X42 con un espesor de pared de 0,219" pulgadas.

Condiciones ambientales y de operación.

- Temperatura del Gas en la tubería: 25°C,
- Velocidad del viento: 1 m/s,
- Humedad relativa: 60%,
- Presión del gas en la tubería: 21 Kg/cm<sup>2</sup> (2 059,39 KPa)
- Altura de la fuente de emisión: 1 m.



Evento 7.1. JET FIRE



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)

TITULO DEL MODELO			
Escenario No.7. Evento 7.1			
DESCRIPCION			
Chorro de fuego ocasionado por una fuga de gas natural ocasionada por la ruptura diametral del 100% del gasoducto de acero de 6" de diámetro que alimenta a la Estación de Regulación y Medición (ERM) KOLORINES.			
DATOS DE LA SUSTANCIA			
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos	
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP	
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS	
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE	
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50	
Subfamilia	()		
Fórmula	CH4		
Estructura	CH4		
PARAMETROS DE ENTRADA			
Peso Molecular		16.04246 kg/kmol	
Calor de Combustión		50029.0 kJ/kg	
Concentración Estequiométrica		9.5 %	
Temperatura de Ebullición		111.66 °K (-161.49 °C)	
Humedad relativa		60.00 %	
Temperatura ambiente		298.15 °K (25.00 °C)	
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO			
Diámetro del orificio		0.1524 m	
Presión en la tubería		2109200.0 Pa	
Coefficiente de descarga		0.63	
Longitud de la flama		32.353118 m	
Tasa de emisión de masa		41.146023 kg/s	
Clase de emisión		Flujo Sónico	
RADIACIÓN CALCULADA A DISTANCIAS ESPECÍFICAS			
Distancia a nivel de piso (m)	Distancia a fuente puntual (m)	Transmisividad	Radiación (kW/m2)
10.000	19.875	0.78	64.8458
25.000	30.332	0.75	26.8034
50.000	52.868	0.72	8.3925
60.000	62.410	0.71	5.9331
70.000	72.077	0.70	4.3911
80.000	81.823	0.69	3.3686
90.000	91.624	0.68	2.6593
100.000	101.464	0.68	2.1487
150.000	150.980	0.65	0.9363
200.000	200.736	0.63	0.5163
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECÍFICOS			
Radiación (kW/m2)	Distancia (m)	Dosis (W/m2) <sup>4/3</sup> tiempo de exposición= 60.00s	Dosis (W/m2) <sup>4/3</sup> tiempo de duración= 840.00 s
1.4000 E+00	1.2341 E+02	9.3970 E+05	1.3156 E+07
3.0000 E+00	8.4800 E+01	2.5960 E+06	3.6345 E+07
5.0000 E+00	6.5546 E+01	5.1299 E+06	7.1819 E+07
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE DOSIS DE RADIACIÓN ESPECÍFICAS			
Dosis (W/m2) <sup>3/4</sup>	Distancia (m)		
9.3970 E+05	3.2079 E+02		
2.5960 E+06	2.2241 E+02		
5.1299 E+06	1.7385 E+02		



Evento 7.2. JET FIRE



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)

TITULO DEL MODELO			
Escenario No. 7. Evento 7.2			
DESCRIPCION			
Chorro de fuego ocasionado por una fuga de gas natural ocasionada por la ruptura diametral del 20% del gasoducto de acero de 6" de diámetro que alimenta a la Estación de Regulación y Medición (ERM) KOLORINES.			
DATOS DE LA SUSTANCIA			
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos	
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP	
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS	
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE	
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50	
Subfamilia	()		
Fórmula	CH4		
Estructura	CH4		
PARAMETROS DE ENTRADA			
Peso Molecular			16.04246 kg/kmol
Calor de Combustión			50029.0 kJ/kg
Concentración Estequiométrica			9.5 %
Temperatura de Ebullición			111.66 °K (-161.49 °C)
Humedad relativa			60.00 %
Temperatura ambiente			298.15 °K (25.00 °C)
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO			
Diámetro del orificio			0.03048 m
Presión en la tubería			2109200.0 Pa
Coefficiente de descarga			0.63
Longitud de la flama			6.470624 m
Tasa de emisión de masa			1.645841 kg /s
Clase de emisión			Flujo Sónico
RADIACIÓN CALCULADA A DISTANCIAS ESPECÍFICAS			
Distancia a nivel de piso (m)	Distancia a fuente puntual (m)	Transmisividad	Radiación (kW/m2)
10.000	10.860	0.83	9.1738
25.000	25.356	0.76	1.5592
50.000	50.179	0.72	0.3744
60.000	60.149	0.71	0.2564
70.000	70.128	0.70	0.1860
80.000	80.112	0.69	0.1408
90.000	90.100	0.68	0.1102
100.000	100.090	0.68	0.0884
150.000	150.060	0.65	0.0379
200.000	200.045	0.64	0.0208
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECÍFICOS			
Radiación (kW/m2)	Distancia (m)	Dosis (W/m2) <sup>4/3</sup> tiempo de exposición= 60.00s	Dosis (W/m2) <sup>4/3</sup> tiempo de duración= 840.00 s
1.4000 E+00	2.6366 E+01	9.3970 E+05	1.3156 E+07
3.0000 E+00	1.8053 E+01	2.5960 E+06	3.6345 E+07
5.0000 E+00	1.3891 E+01	5.1299 E+06	7.1819 E+07
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE DOSIS DE RADIACIÓN ESPECÍFICAS			
Dosis (W/m2) <sup>3/4</sup>	Distancia (m)		
9.3970 E+05	6.8720 E+01		
2.5960 E+06	4.7622 E+01		
5.1299 E+06	3.7202 E+01		





### Análisis de interacciones del Escenario 7.

El presente escenario consiste en la formación de un Chorro de Fuego originado por una fuga de Gas Natural en el gasoducto de alimentación a la ERM KOLORINES, provocada por la ruptura diametral del 100% y 20% del gasoducto de 6"Φ a causa de una sobrepresión en la línea de suministro, lo cual puede llegar a ser catastrófico para la infraestructura presente en la zona donde se suscita el evento. Por tal efecto, y con fundamento en el análisis de riesgo mediante la metodología de Árbol de Fallas, se utilizó el software Árbol de Fallas (FaultREASE; Arthur D Little. Hazard Prevention Magazine) (Ver Anexo No. 10 Árboles de Falla), para determinar la probabilidad de ocurrencia de un incendio en el gasoducto principal de transporte, involucrando causas probables, tales como: fallas de instrumentos y/o accesorios y del material de construcción, principalmente, de lo anterior, y como resultado final se tiene que la probabilidad de ocurrencia de un escenario como el que se plantea es de  $7 \times 10^{-6}$ , lo cual de acuerdo a la Fuente de información consultada, lo cataloga como improbable.

- Fuente: (1) Modelo de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones. Dinámica Heurística. 2005  
 (2) Loss Prevention in the Process Industries, Frank P less, second Edition, 1996. Ed. HB Vol. I, II y III. Hazard Identification Assessment and Control  
 (3) Guidelines for Consequence Analysis of Chemical Releases. American Institute of Chemical Engineers (AIChE). 1999.  
 (4) Guideline for Hazard Evaluation Procedures, Second Edition, AIChE 1992.  
 (5) Fault Tree Handbook, U.S. Nuclear Regulatory Commission, 1981.

A continuación se describen las interacciones que puede llegar a tener una fuga de gas natural que al entrar en contacto con una fuente de ignición se convierte en un Jet Fire (Chorro de Fuego), con la infraestructura presente (unidades médicas, instituciones educativas, viviendas e instalaciones de riesgo), describiendo las consecuencias en caso de presentarse dicho escenario.

**TABLA RESUMEN**

COMPAÑÍA DE AUTOABASTECEDORES DE GAS NATURAL DE MORELOS, S.A. DE C.V.				Escenario 7. JIUTEPEC, MORELOS					
% de Ruptura por un impacto.	Jet Fire		Explosión no confinada		Chorro Horizontal				
	Ver Figura VI.3.2.37 y VI.3.2.38		Ver Figuras VI.3.2.39 y VI.3.2.40		Ver Figuras VI.3.2.41 y VI.3.2.42				
ERM KOLORINES Jiutepec, Morelos.	Eventos 7.1 y 7.2		Eventos 7.3 y 7.4		Eventos 7.5 y 7.6				
	Radios de afectación (R.A) (m)	Radiación Térmica (RT) Zonas de Riesgo (ZR)	Radios de Afectación (m)	Sobrepresiones y Zonas de Riesgo.	Radios de Afectación (m)	Isoconcentración (ppm)			
Evento al 100%	7.1	65,54	ZAR 5 Kw/m <sup>2</sup>	7.3	167,04	ZAR 1 psi	7.5	102,5	10 000
		123,41	ZA 1.4 Kw/m <sup>2</sup>		283,94	ZA 0,5 psi		15,25	50 000
								3,27	150 000
Evento al 20%	7.2	13,89	ZAR	7.4	57,12	ZAR	7.6	153,7	10 000
		26,36	ZA		97,10	ZA		02,7	50 000
								1,45	150 000



Efectos sobre la población y/o infraestructura existentes en la ZA y ZAR																			
Jet Fire (Ver Figura VI.3.2.37 y VI.3.2.38)	<p>⌘ <u>Infraestructura presente en la ZAR (65 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 65 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalaciones de la propia empresa KOLORINES a una distancia de 20 m,</li> <li>- Automóviles que circulen sobre la calle Los Claveles del parque Industrial CIVAC, al momento de ocurrir el siniestro.</li> </ul> <p>⌘ <u>Visitantes y empleados de la empresa KOLORINES que transiten dentro de la ZAR (65 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 65 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 13 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo,</li> <li>- A los 40 segundos, presentarán quemaduras de segundo grado, considerando también asfixia por la disminución de Oxígeno y la exposición a los humos generados por el incendio.</li> </ul> <p>⌘ <u>Infraestructura presente en la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 65 hasta 123 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalaciones de la propia empresa KOLORINES a una distancia de 10 m,</li> <li>- Automóviles que circulen sobre la calle Los Claveles del parque Industrial CIVAC, al momento de ocurrir el siniestro.</li> <li>- Tienda de conveniencia ubicada a 122 m de distancia,</li> <li>- Instalaciones industriales localizadas a 93 m de distancia en dirección Sur de la ERM KOLORINES.</li> </ul> <p>⌘ <u>Visitantes y empleados de la empresa KOLORINES que transiten dentro de la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1.4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio a partir de 86 hasta 162 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 115 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo en la piel expuesta,</li> <li>- Después de 663 segundos (11.05 min.), presentarán quemaduras de segundo grado,</li> </ul>																		
	<p>Explosión no Confinada (Ver Figura VI.3.2.39 y VI.3.2.40)</p> <p>⌘ <u>Infraestructura y habitantes presentes en la ZAR (623.95 psi a 1 psi en un radio de 0 m hasta 167.04 m) y ZA (1 psi a 0,5 psi en un radio a partir de 167.04 m hasta 283.94 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalaciones de la propia empresa KOLORINES a una distancia de 10 m,</li> <li>- Automóviles que circulen sobre la calle Los Claveles del parque Industrial CIVAC, al momento de ocurrir el siniestro.</li> <li>- Tienda de conveniencia ubicada a 122 m de distancia,</li> <li>- Instalaciones industriales localizadas a 93 m de distancia en dirección Sur de la ERM KOLORINES.</li> <li>- Ferretería localizada a 135 m de distancia,</li> <li>- Edificio departamental a 150 m de distancia,</li> <li>- Ferretería sobre la carretera Federal No. 160 a 167 m de distancia,</li> <li>- Casas habitación de la colonia del Carmen a 130 m de distancia.</li> </ul> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Sobrepresión</th> <th>Daño esperado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.0</td> <td>Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.</td> </tr> <tr> <td>2.0</td> <td>Colapso parcial de muros y techos de casas.</td> </tr> <tr> <td>3.0</td> <td>Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.</td> </tr> <tr> <td>4.0</td> <td>Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.</td> </tr> <tr> <td>5.0</td> <td>Postes de madera arrancados</td> </tr> <tr> <td>7.0</td> <td>Volcadura de carros de ferrocarril con carga</td> </tr> <tr> <td>9.0</td> <td>Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.</td> </tr> <tr> <td>10.0</td> <td>Posible destrucción total de edificios.</td> </tr> </tbody> </table>	Sobrepresión	Daño esperado	1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.	2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.	3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.	4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.	5.0	Postes de madera arrancados	7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga	9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.	10.0	Posible destrucción total de edificios.
	Sobrepresión	Daño esperado																	
1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.																		
2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.																		
3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.																		
4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.																		
5.0	Postes de madera arrancados																		
7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga																		
9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.																		
10.0	Posible destrucción total de edificios.																		
Chorro Horizontal (Ver Figura VI.3.2.41 y	Daños en la salud de los habitantes localizados dentro de cualquiera de los radios de afectación, ya que de acuerdo a la <b>OSHA (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional)</b> , el gas natural se considera como un asfixiante simple a cualquier concentración, por lo que no se establecen tiempos máximos permisibles de exposición a																		



**VI.3.2.42)** dicha sustancia de acuerdo a la NOM-010-STPS-1999.

Por lo anterior, Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V. deberá de:

- Realizar celajes diarios por parte de técnicos capacitados (equipados con Radio con frecuencia controlada y con teléfono celular) y contar con registros de las verificaciones a realizar en cada uno de los recorridos por las instalaciones,
- Contar con un sistema de comunicación directa con oficinas de ELECNOR, para reportar cualquier falla en el suministro de Gas, así como cualquier emergencia que requiera el cierre del Gasoducto operado por ELECNOR. Así mismo mantener comunicación permanente mediante Radio de frecuencia controlada con el personal responsable de la operación del Gasoducto,
- Elaborar y poner en práctica un programa de capacitación dirigido al personal operativo, en relación a los procedimientos establecidos para la ejecución de las actividades de mantenimiento,
- Elaborar y poner en práctica una lista de verificación de tuberías, con el objeto de llevar un control en cuanto a la integridad mecánica de las mismas,
- Las actividades de verificación visual, se deberán realizar diariamente, y al detectar alguna anomalía en la instalación, actuar correctamente con apego a los procedimientos establecidos,
- Instalar letreros y señalamientos alusivos al peligro que representa la instalación, con el objeto de alertar a las personas que transitan por dicha zona.

### Radios de Afectación Eventos 7.1 y 7.2

Incendio (Radiación Térmica):

#### Evento 7.1

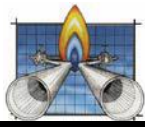
ERM KOLORINES (Fuga del 100%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m <sup>2</sup> )	65,54
Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m <sup>2</sup> )	123,41

#### Evento 7.2

ERM KOLORINES (Fuga del 20%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m <sup>2</sup> )	13,89
Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m <sup>2</sup> )	26,36



**Figura VI.3.2.37** Evento 7.1 Incendio (Radiación Térmica). Zona de Alto Riesgo (ZAR) ( $5 \text{ KW/m}^2$ ) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) ( $1.4 \text{ KW/m}^2$ ) en color amarillo.



**Figura VI.3.2.338** Evento 7.2 Incendio (Radiación Térmica). Zona de Alto Riesgo (ZAR) ( $5 \text{ KW/m}^2$ ) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) ( $1.4 \text{ KW/m}^2$ ) en color amarillo.





Evento 7.3. Explosión no Confinada.



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas

TITULO DEL MODELO					
Escenario 7. Evento 7.3					
DESCRIPCION					
Explosión no confinada originada por una fuga de gas natural debido a la ruptura diametral del 100% del gasoducto de acero de 6" de diámetro que alimenta a la Estación de Regulación y Medición (ERM) KOLORINES.					
DATOS DE LA SUSTANCIA					
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos			
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP			
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS			
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE			
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50			
Subfamilia	()				
Fórmula	CH4				
Estructura	CH4				
PARAMETROS DE ENTRADA					
Peso del material en la nube					2468.7613 kg
Factor de Eficiencia Explosiva					0.03
Límite Inferior de Explosividad					5 %
Límite Superior de Explosividad					15 %
Calor de Combustión					50029 kJ/kg
Calor de Combustión del TNT (RMP)					4680 kJ/kg
Masa Equivalente en TNT					791.72858383141 kg
Distancia mínima de cálculo					0.623522320513258
Distancia máxima de cálculo					370.04292018591
Distancia total del cálculo					369.419397865397
PRESION CALCULADA A DISTANCIAS DE INTERÉS					
Distancia (m)	Presión (kPa)	Presión (psi)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
5.0000000	4301.9831127	623.9550833	0.1623753	166.8103900	0.3138991
10.0000000	1148.5449760	166.5837493	0.5386712	228.9185167	2.0096444
20.0000000	237.5749001	34.4576124	1.9594834	124.9035553	2.0930370
30.0000000	98.3686009	14.2672779	4.0596819	86.6165128	3.0092307
50.0000000	37.7684929	5.4779023	9.2803931	55.2594658	3.8996946
70.0000000	22.0972969	3.2049686	15.0063680	40.4907505	4.3741887
100.0000000	13.3168673	1.9314644	23.8647964	28.7661178	4.9095458
150.0000000	7.8863812	1.1438324	39.0178190	19.4360265	5.5808121
200.0000000	5.5013601	0.7979115	54.5614045	14.7085991	6.0650354
DISTANCIAS CALCULADAS SEGÚN LAS PRESIONES DE INTERÉS					
Presión (kPa)	Presión (psi)	Distancia (m)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
137.8940000	20.0000000	25.5569608	3.0622064	99.7882456	2.5999234
103.4205000	15.0000000	29.2805015	3.8923182	88.4784205	2.9550329
68.9470000	10.0000000	35.8571539	5.4905268	74.1406631	3.3676192
34.4735000	5.0000000	52.7967274	10.0640349	52.6017820	3.9775200
27.5788000	4.0000000	60.6057081	12.2866774	46.3417006	4.1712131
20.6841000	3.0000000	73.1774329	15.9340331	38.8236311	4.4377880
13.7894000	2.0000000	97.4569825	23.1065135	29.4913465	4.8688623
6.8947000	1.0000000	167.0433006	44.2813291	17.5166443	5.7630431
3.4473500	0.5000000	283.9465083	80.9068542	10.3847593	6.6462484



**Evento 7.4. Explosión no Confinada**



**SCRI-FUEGO**

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

**Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas**

TITULO DEL MODELO					
Escenario 7. Evento 7.4					
DESCRIPCION					
Explosión no confinada originada por una fuga de gas natural debido a la ruptura diametral del 20% del gasoducto de acero de 6" de diámetro que alimenta a la Estación de Regulación y Medición (ERM) KOLORINES.					
DATOS DE LA SUSTANCIA					
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos			
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP			
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS			
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE			
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50			
Subfamilia	()				
Fórmula	CH4				
Estructura	CH4				
PARAMETROS DE ENTRADA					
Peso del material en la nube					98.7504 kg
Factor de Eficiencia Explosiva					0.03
Limite Inferior de Explosividad					5 %
Limite Superior de Explosividad					15 %
Calor de Combustión					50029 kJ/kg
Calor de Combustión del TNT (RMP)					4680 kJ/kg
Masa Equivalente en TNT					31.6691266769231 kg
Distancia mínima de cálculo					0.213241596629151
Distancia máxima de cálculo					126.552876337775
Distancia total del cálculo					126.339634741146
PRESION CALCULADA A DISTANCIAS DE INTERÉS					
Distancia (m)	Presión (kPa)	Presión (psi)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
5.000000	488.3981183	70.8367468	1.0913609	168.5710047	2.1159540
10.000000	103.7167120	15.0429623	3.8830015	88.5854225	2.9519150
20.000000	29.1856880	4.2330613	11.6775346	47.8981863	4.1212957
30.000000	15.9412937	2.3121084	20.2148600	32.6429079	4.7059597
50.000000	8.1439624	1.1811917	37.8507399	19.9235900	5.5373522
70.000000	5.3418439	0.7747754	56.0291899	14.3801383	6.1034439
100.000000	3.3065489	0.4795784	83.5458419	10.0797518	6.6966765
150.000000					
200.000000					
DISTANCIAS CALCULADAS SEGÚN LAS PRESIONES DE INTERÉS					
Presión (kPa)	Presión (psi)	Distancia (m)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
137.8940000	20.0000000	8.7403561	3.0622064	99.7882456	2.5999234
103.4205000	15.0000000	10.0137889	3.8923182	88.4784205	2.9550329
68.9470000	10.0000000	12.2629720	5.4905268	74.1406631	3.3676192
34.4735000	5.0000000	18.0562236	10.0640349	52.6017820	3.9775200
27.5788000	4.0000000	20.7268570	12.2866774	46.3417006	4.1712131
20.6841000	3.0000000	25.0263256	15.9340331	38.8236311	4.4377880
13.7894000	2.0000000	33.3298133	23.1065135	29.4913465	4.8688623
6.8947000	1.0000000	57.1279952	44.2813291	17.5166443	5.7630431
3.4473500	0.5000000	97.1083228	80.9068542	10.3847593	6.6462484



### Radios de Afectación Eventos 7.3 y 7.4

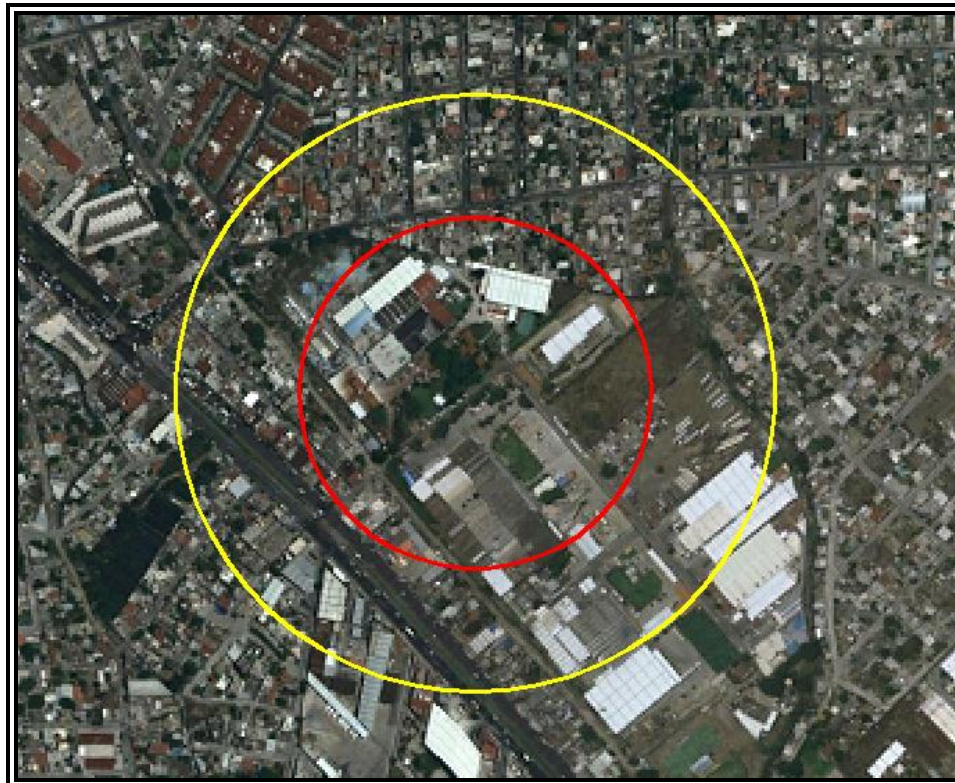
❖ Sobrepresión (Explosión):

#### Evento 7.3

ERM KOLORINES (Fuga del 100%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1.0 psi)	167,04
Zona de Amortiguamiento (ZA) (0.5 psi)	283,94

#### Evento 7.4

ERM KOLORINES (Fuga del 20%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1.0 psi)	57,12
Zona de Amortiguamiento (ZA) (0.5 psi)	97,10



**Figura VI.3.2.39** Evento 7.3 Explosión no Confinada (Sobrepresión). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1 PSI) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (0,5 PSI) en color amarillo.





**Figura VI.3.2.40** Evento 7.4 Explosión no Confinada (Sobrepresión). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1 PSI) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (0,5 PSI) en color amarillo.

**Radios de Afectación  
Eventos 7.5 y 7.6**

❖ Chorro Horizontal (Isoconcentraciones):

**Evento 7.5**

ERM KOLORINES (Fuga del 100%)	
Isoconcentraciones	Radios de Afectación (m)
10 000 ppm	102,5
50 000 ppm	15,25
150 000 ppm	3,27

**Evento 7.6**

ERM KOLORINES (Fuga del 20%)	
Isoconcentraciones	Radios de Afectación (m)
10 000 ppm	153,07
50 000 ppm	2,7
150 000 ppm	1,45

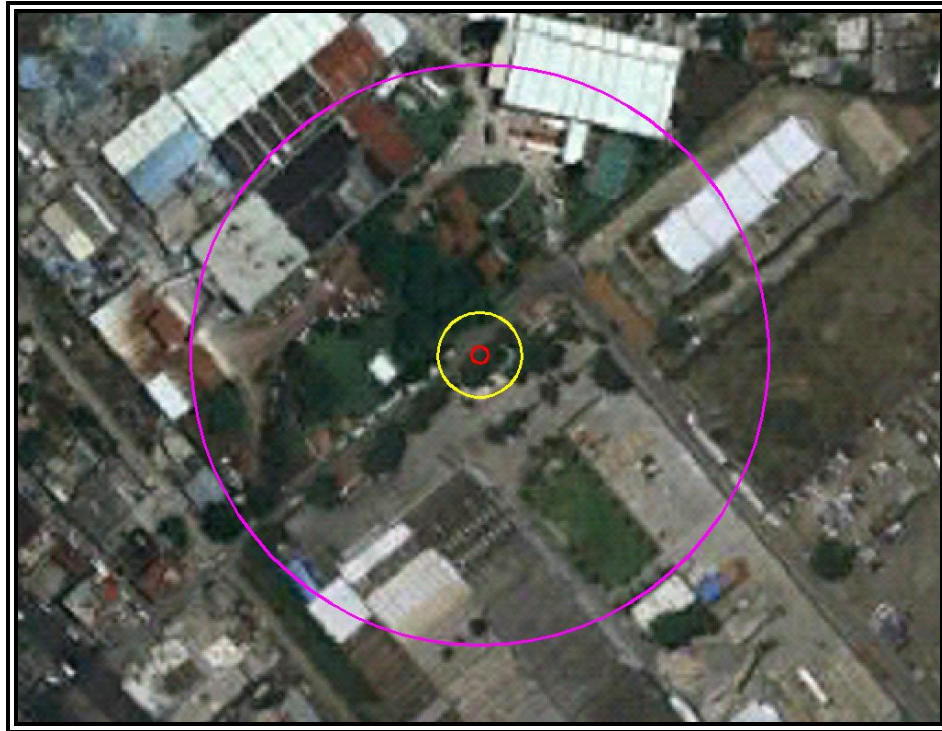


Figura VI.3.2.41 Evento 7.5. Radios de concentraciones de Gas Natural en partes por millón (ppm).



Figura VI.3.2.42 Evento 7.6. Radios de concentraciones de Gas Natural en partes por millón





(ppm).

**Escenario 8: Estación de Regulación (ER4), con una rotura del 100% y 20% del gasoducto de alimentación con diámetro de seis pulgadas (6"Φ).**

Se presenta una fuga de Gas Natural en el gasoducto de 6"Φ de acero al carbón API 5L Grado X42 con un espesor de 0,219" pulgadas, el cual alimenta a la Estación de Regulación (ER4), dicha fuga es causada por una rotura en el gasoducto a causa de una sobrepresión en la línea de suministro.

Consideraciones.

- El tiempo máximo de respuesta por parte del personal operativo para mitigar la fuga en la tubería de 6"Φ que alimenta a la ER4 se considera de 15 minutos, debido a que las instalaciones cuentan con válvula de bloqueo y medidores de presión que emiten señales a través del sistema de control de Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V.. Además de contar con vialidades existentes en la zona, lo que permite un acceso rápido a la instalación.
- El tipo de liberación de la fuga es continuo durante el tiempo que ocurre.
- A 60 segundos, después de haberse generado la fuga, el Gas Natural entra en contacto con una fuente de ignición (chispa), lo cual provoca un JET FIRE.
- El gas inflamable que se escapa por la rotura del gasoducto, forma una atmósfera explosiva la cual alcanza un punto de ignición (chispa) generado por un vehículo al transitar por la zona, a los 60 segundos de concentración de la nube, originando una explosión no confinada.
- El diámetro del orificio es de 152,4 mm para la rotura del 100% y de 30,48 mm para la rotura del 20% de la tubería de 6" API 5L Grado X42 con un espesor de pared de 0,219" pulgadas.

Condiciones ambientales y de operación.

- Temperatura del Gas en la tubería: 25°C,
- Velocidad del viento: 1 m/s,
- Humedad relativa: 60%,
- Presión del gas en la tubería: 21 Kg/cm<sup>2</sup> (2 059,39 KPa)
- Altura de la fuente de emisión: 1 m.



Evento 8.1. JET FIRE



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)

TITULO DEL MODELO			
Escenario No.8. Evento 8.1			
DESCRIPCION			
Chorro de fuego ocasionado por una fuga de gas natural ocasionada por la ruptura diametral del 100% del gasoducto de acero de 6" de diámetro que alimenta a la Estación de Regulación y Medición (ERM) 4.			
DATOS DE LA SUSTANCIA			
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos	
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP	
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS	
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE	
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50	
Subfamilia	()		
Fórmula	CH4		
Estructura	CH4		
PARAMETROS DE ENTRADA			
Peso Molecular		16.04246 kg/kmol	
Calor de Combustión		50029.0 kJ/kg	
Concentración Estequiométrica		9.5 %	
Temperatura de Ebullición		111.66 °K (-161.49 °C)	
Humedad relativa		60.00 %	
Temperatura ambiente		298.15 °K (25.00 °C)	
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO			
Diámetro del orificio		0.1524 m	
Presión en la tubería		2109200.0 Pa	
Coefficiente de descarga		0.63	
Longitud de la flama		32.353118 m	
Tasa de emisión de masa		41.146023 kg/s	
Clase de emisión		Flujo Sónico	
RADIACIÓN CALCULADA A DISTANCIAS ESPECÍFICAS			
Distancia a nivel de piso (m)	Distancia a fuente puntual (m)	Transmisividad	Radiación (kW/m2)
10.000	19.875	0.78	64.8458
25.000	30.332	0.75	26.8034
50.000	52.868	0.72	8.3925
60.000	62.410	0.71	5.9331
70.000	72.077	0.70	4.3911
80.000	81.823	0.69	3.3686
90.000	91.624	0.68	2.6593
100.000	101.464	0.68	2.1487
150.000	150.980	0.65	0.9363
200.000	200.736	0.63	0.5163
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECÍFICOS			
Radiación (kW/m2)	Distancia (m)	Dosis (W/m2) <sup>4/3</sup> tiempo de exposición= 60.00s	Dosis (W/m2) <sup>4/3</sup> tiempo de duración= 840.00 s
1.4000 E+00	1.2341 E+02	9.3970 E+05	1.3156 E+07
3.0000 E+00	8.4800 E+01	2.5960 E+06	3.6345 E+07
5.0000 E+00	6.5546 E+01	5.1299 E+06	7.1819 E+07
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE DOSIS DE RADIACIÓN ESPECÍFICAS			
Dosis (W/m2) <sup>3/4</sup>		Distancia (m)	
9.3970 E+05		3.2079 E+02	
2.5960 E+06		2.2241 E+02	
5.1299 E+06		1.7385 E+02	



Evento 8.2. JET FIRE



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)

TITULO DEL MODELO			
Escenario No. 8. Evento 8.2			
DESCRIPCION			
Chorro de fuego ocasionado por una fuga de gas natural ocasionada por la ruptura diametral del 20% del gasoducto de acero de 6" de diámetro que alimenta a la Estación de Regulación y Medición (ERM) 4.			
DATOS DE LA SUSTANCIA			
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos	
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP	
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS	
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE	
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50	
Subfamilia	()		
Fórmula	CH4		
Estructura	CH4		
PARAMETROS DE ENTRADA			
Peso Molecular		16.04246 kg/kmol	
Calor de Combustión		50029.0 kJ/kg	
Concentración Estequiométrica		9.5 %	
Temperatura de Ebullición		111.66 °K (-161.49 °C)	
Humedad relativa		60.00 %	
Temperatura ambiente		298.15 °K (25.00 °C)	
CARACTERISTICAS DEL FUEGO			
Diámetro del orificio		0.03048 m	
Presión en la tubería		2109200.0 Pa	
Coefficiente de descarga		0.63	
Longitud de la flama		6.470624 m	
Tasa de emisión de masa		1.645841 kg /s	
Clase de emisión		Flujo Sónico	
RADIACIÓN CALCULADA A DISTANCIAS ESPECÍFICAS			
Distancia a nivel de piso (m)	Distancia a fuente puntual (m)	Transmisividad	Radiación (kW/m2)
10.000	10.860	0.83	9.1738
25.000	25.356	0.76	1.5592
50.000	50.179	0.72	0.3744
60.000	60.149	0.71	0.2564
70.000	70.128	0.70	0.1860
80.000	80.112	0.69	0.1408
90.000	90.100	0.68	0.1102
100.000	100.090	0.68	0.0884
150.000	150.060	0.65	0.0379
200.000	200.045	0.64	0.0208
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECÍFICOS			
Radiación (kW/m2)	Distancia (m)	Dosis (W/m2) <sup>4/3</sup> tiempo de exposición= 60.00s	Dosis (W/m2) <sup>4/3</sup> tiempo de duración= 840.00 s
1.4000 E+00	2.6366 E+01	9.3970 E+05	1.3156 E+07
3.0000 E+00	1.8053 E+01	2.5960 E+06	3.6345 E+07
5.0000 E+00	1.3891 E+01	5.1299 E+06	7.1819 E+07
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE DOSIS DE RADIACIÓN ESPECÍFICAS			
Dosis (W/m2) <sup>3/4</sup>	Distancia (m)		
9.3970 E+05	6.8720 E+01		
2.5960 E+06	4.7622 E+01		
5.1299 E+06	3.7202 E+01		



### Análisis de interacciones del Escenario 8.

El presente escenario consiste en la formación de un Chorro de Fuego originado por una fuga de Gas Natural en el gasoducto de alimentación a la ER4, provocada por la ruptura diametral del 100% y 20% del gasoducto de 6"Φ a causa de una sobrepresión en la línea de suministro, lo cual puede llegar a ser catastrófico para la infraestructura presente en la zona donde se suscita el evento. Por tal efecto, y con fundamento en el análisis de riesgo mediante la metodología de Árbol de Fallas, se utilizó el software Árbol de Fallas (FaultrEASE; Arthur D Little. Hazard Prevention Magazine) (Ver Anexo No. 10 Árboles de Falla), para determinar la probabilidad de ocurrencia de un incendio en el gasoducto principal de transporte, involucrando causas probables, tales como: fallas de instrumentos y/o accesorios y del material de construcción, principalmente, de lo anterior, y como resultado final se tiene que la probabilidad de ocurrencia de un escenario como el que se plantea es de  $7 \times 10^{-6}$ , lo cual de acuerdo a la Fuente de información consultada, lo cataloga como improbable.

- Fuente: (1) Modelo de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones. Dinámica Heurística. 2005  
 (2) Loss Prevention in the Process Industries, Frank P less, second Edition, 1996. Ed. HB Vol. I, II y III. Hazard Identification Assessment and Control  
 (3) Guidelines for Consequence Analysis of Chemical Releases. American Institute of Chemical Engineers (AIChE). 1999.  
 (4) Guideline for Hazard Evaluation Procedures, Second Edition, AIChE 1992.  
 (5) Fault Tree Handbook, U.S. Nuclear Regulatory Commission, 1981.

A continuación se describen las interacciones que puede llegar a tener una fuga de gas natural que al entrar en contacto con una fuente de ignición se convierte en un Jet Fire (Chorro de Fuego), con la infraestructura presente (unidades médicas, instituciones educativas, viviendas e instalaciones de riesgo), describiendo las consecuencias en caso de presentarse dicho escenario.

**TABLA RESUMEN**

COMPAÑÍA DE AUTOABASTECEDORES DE GAS NATURAL DE MORELOS, S.A. DE C.V.				Escenario 8. JIUTEPEC, MORELOS					
% de Ruptura por un impacto. ER4 Jiutepec, Morelos.	Jet Fire Ver Figura VI.3.2.43 y VI.3.2.44 Eventos 8.1 y 8.2		Explosión no confinada Ver Figuras VI.3.2.45 y VI.3.2.46 Eventos 8.3 y 8.4		Chorro Horizontal Ver Figuras VI.3.2.47 y VI.3.2.48 Eventos 8.5 y 8.6				
	Radios de afectación (R.A) (m)	Radiación Térmica (RT) Zonas de Riesgo (ZR)	Radios de Afectación (m)	Sobrepresiones y Zonas de Riesgo.	Radios de Afectación (m)	Isoconcentración (ppm)			
Evento al 100%	8.1	65,54	ZAR 5 Kw/m <sup>2</sup>	8.3	167,04	ZAR 1 psi	8.5	102,5	10 000
		123,41	ZA 1.4 Kw/m <sup>2</sup>		283,94	ZA 0,5 psi		15,25	50 000
						3,27		150 000	
Evento al 20%	8.2	13,89	ZAR	8.4	57,12	ZAR	8.6	153,7	10 000
		26,36	ZA		97,10	ZA		02,7	50 000
						1,45		150 000	



Efectos sobre la población y/o infraestructura existentes en la ZA y ZAR																			
<p>Jet Fire (Ver Figura VI.3.2.43 y VI.3.2.44)</p>	<p>⌘ <u>Infraestructura presente en la ZAR (65 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 65 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalaciones del Hotel Primavera a 25 m,</li> <li>- Instalaciones de la empresa SUGAR a 60 m de distancia,</li> <li>- Instalaciones religiosas a 58 m de distancia.</li> <li>- Vehículos que transiten sobre la carretera Federal No. 160 al momento de que ocurra el siniestro.</li> </ul> <p>⌘ <u>Personas que transiten dentro de la ZAR (65 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 65 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 13 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo,</li> <li>- A los 40 segundos, presentarán quemaduras de segundo grado, considerando también asfixia por la disminución de Oxígeno y la exposición a los humos generados por el incendio.</li> </ul> <p>⌘ <u>Infraestructura presente en la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 65 hasta 123 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalaciones Bancarias a 76 m de distancia,</li> <li>- Restaurantes de comida rápida,</li> <li>- Empresa ferretera a 98 m.</li> </ul> <p>⌘ <u>Personas que transiten dentro de la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1.4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio a partir de 86 hasta 162 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 115 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo en la piel expuesta,</li> <li>- Después de 663 segundos (11.05 min.), presentarán quemaduras de segundo grado,</li> </ul>																		
	<p>⌘ <u>Infraestructura y habitantes presentes en la ZAR (623,95 psi a 1 psi en un radio de 0 m hasta 167,04 m) y ZA (1 psi a 0,5 psi en un radio a partir de 167,04 m hasta 283,94 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalaciones del Hotel Primavera a 25 m,</li> <li>- Instalaciones de la empresa SUGAR a 60 m de distancia,</li> <li>- Instalaciones religiosas a 58 m de distancia.</li> <li>- Vehículos que transiten sobre la carretera Federal No. 160 al momento de que ocurra la explosión,</li> <li>- Instalaciones Bancarias a 175 m,</li> <li>- Instalaciones Bancarias a 76 m de distancia,</li> <li>- Restaurantes de comida rápida a 90 m,</li> <li>- Empresa ferretera a 98 m de distancia,</li> <li>- Línea de establecimientos comerciales sobre la carretera Federal No 160 desde los 85 m hasta 280 m de distancia.</li> </ul>																		
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Sobrepresión</th> <th>Daño esperado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.0</td> <td>Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.</td> </tr> <tr> <td>2.0</td> <td>Colapso parcial de muros y techos de casas.</td> </tr> <tr> <td>3.0</td> <td>Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.</td> </tr> <tr> <td>4.0</td> <td>Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.</td> </tr> <tr> <td>5.0</td> <td>Postes de madera arrancados</td> </tr> <tr> <td>7.0</td> <td>Volcadura de carros de ferrocarril con carga</td> </tr> <tr> <td>9.0</td> <td>Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.</td> </tr> <tr> <td>10.0</td> <td>Posible destrucción total de edificios.</td> </tr> </tbody> </table>	Sobrepresión	Daño esperado	1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.	2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.	3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.	4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.	5.0	Postes de madera arrancados	7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga	9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.	10.0	Posible destrucción total de edificios.
	Sobrepresión	Daño esperado																	
1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.																		
2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.																		
3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.																		
4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.																		
5.0	Postes de madera arrancados																		
7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga																		
9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.																		
10.0	Posible destrucción total de edificios.																		
<p>Chorro Horizontal (Ver Figura</p>	<p>Daños en la salud de los habitantes localizados dentro de cualquiera de los radios de afectación, ya que de acuerdo a la <b>OSHA (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional)</b>, el gas natural se considera como un asfixiante simple a cualquier</p>																		





<b>VI.3.2.47 y VI.3.2.48)</b>	concentración, por lo que no se establecen tiempos máximos permisibles de exposición a dicha sustancia de acuerdo a la NOM-010-STPS-1999.
-------------------------------	---

Por lo anterior, Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V. deberá de:

- Realizar celajes diarios por parte de técnicos capacitados (equipados con Radio con frecuencia controlada y con teléfono celular) y contar con registros de las verificaciones a realizar en cada uno de los recorridos por las instalaciones,
- Contar con un sistema de comunicación directa con oficinas de ELECNOR, para reportar cualquier falla en el suministro de Gas, así como cualquier emergencia que requiera el cierre del Gasoducto operado por ELECNOR. Así mismo mantener comunicación permanente mediante Radio de frecuencia controlada con el personal responsable de la operación del Gasoducto,
- Elaborar y poner en práctica un programa de capacitación dirigido al personal operativo, en relación a los procedimientos establecidos para la ejecución de las actividades de mantenimiento,
- Elaborar y poner en práctica una lista de verificación de tuberías, con el objeto de llevar un control en cuanto a la integridad mecánica de las mismas,
- Las actividades de verificación visual, se deberán realizar diariamente, y al detectar alguna anomalía en la instalación, actuar correctamente con apego a los procedimientos establecidos,
- Instalar letreros y señalamientos alusivos al peligro que representa la instalación, con el objeto de alertar a las personas que transitan por dicha zona.

**Radio de Afectación  
Eventos 8.1 y 8.2**

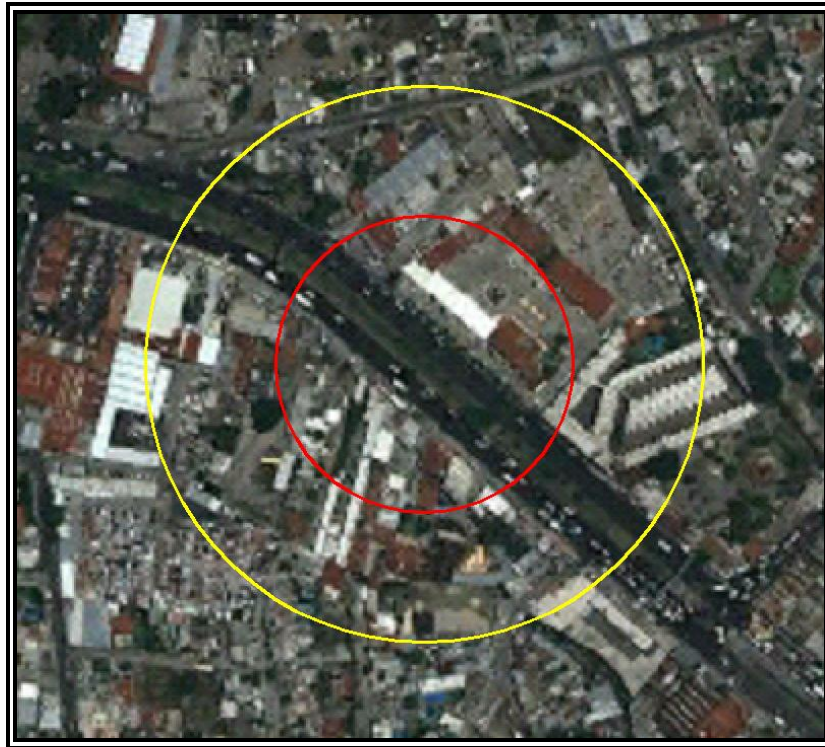
Incendio (Radiación Térmica):

**Evento 8.1**

<b>ER4 (Fuga del 100%)</b>	
<b>Zonas de Riesgo</b>	<b>Radio de Afectación (m)</b>
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m <sup>2</sup> )	65,54
Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m <sup>2</sup> )	123,41

**Evento 8.2**

<b>ER4 (Fuga del 20%)</b>	
<b>Zonas de Riesgo</b>	<b>Radio de Afectación (m)</b>
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m <sup>2</sup> )	13,89
Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m <sup>2</sup> )	26,36



**Figura VI.3.2.43** Evento 8.1 Incendio (Radiación Térmica). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m<sup>2</sup>) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m<sup>2</sup>) en color amarillo.





Figura VI.3.2.44 Evento 8.2 Incendio (Radiación Térmica). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m<sup>2</sup>) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m<sup>2</sup>) en color amarillo.

**Evento 8.3. Explosión no Confinada.**



**SCRI-FUEGO**

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

**Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas**

TITULO DEL MODELO					
Escenario 8. Evento 8.3					
DESCRIPCION					
Explosión no confinada originada por una fuga de gas natural debido a la ruptura diametral del 100% del gasoducto de acero de 6" de diámetro que alimenta a la Estación de Regulación y Medición (ERM) 4.					
DATOS DE LA SUSTANCIA					
Nombre	METANO (METHANE)			Sinónimos	
No. CAS	74-82-8			FIRE DAMP	
Nombre CAS	METHANE			MARSH GAS	
Nombre IUPAC	METHANE			METHYL HYDRIDE	
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)			REFRIGERANT 50	
Subfamilia	()				
Fórmula	CH4				
Estructura	CH4				
PARAMETROS DE ENTRADA					
Peso del material en la nube				2468.76 13 kg	
Factor de Eficiencia Explosiva				0.03	
Límite Inferior de Explosividad				5 %	
Límite Superior de Explosividad				15 %	
Calor de Combustión				50029 kJ/kg	
Calor de Combustión del TNT (RMP)				4680 kJ/kg	
Masa Equivalente en TNT				791.72858383141 kg	
Distancia mínima de cálculo				0.623522320513258	
Distancia máxima de cálculo				370.04292018591	
Distancia total del cálculo				369.419397865397	
PRESION CALCULADA A DISTANCIAS DE INTERÉS					
Distancia (m)	Presión (kPa)	Presión (psi)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
5.000000	4301.9831127	623.9550833	0.1623753	166.8103900	0.3138991
10.000000	1148.5449760	166.5837493	0.5386712	228.9185167	2.0096444
20.000000	237.5749001	34.4576124	1.9594834	124.9035553	2.0930370
30.000000	98.3686009	14.2672779	4.0596819	86.6165128	3.0092307
50.000000	37.7684929	5.4779023	9.2803931	55.2594658	3.8996946
70.000000	22.0972969	3.2049686	15.0063680	40.4907505	4.3741887
100.000000	13.3168673	1.9314644	23.8647964	28.7661178	4.9095458
150.000000	7.8863812	1.1438324	39.0178190	19.4360265	5.5808121
200.000000	5.5013601	0.7979115	54.5614045	14.7085991	6.0650354
DISTANCIAS CALCULADAS SEGUN LAS PRESIONES DE INTERÉS					
Presión (kPa)	Presión (psi)	Distancia (m)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
137.8940000	20.0000000	25.5569608	3.0622064	99.7882456	2.5999234
103.4205000	15.0000000	29.2805015	3.8923182	88.4784205	2.9550329
68.9470000	10.0000000	35.8571539	5.4905268	74.1406631	3.3676192
34.4735000	5.0000000	52.7967274	10.0640349	52.6017820	3.9775200
27.5788000	4.0000000	60.6057081	12.2866774	46.3417006	4.1712131
20.6841000	3.0000000	73.1774329	15.9340331	38.8236311	4.4377880
13.7894000	2.0000000	97.4569825	23.1065135	29.4913465	4.8688623
6.8947000	1.0000000	167.0433006	44.2813291	17.5166443	5.7630431
3.4473500	0.5000000	283.9465083	80.9068542	10.3847593	6.6462484





### Evento 8.4. Explosión no Confinada



#### SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

### Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas

TITULO DEL MODELO					
Escenario 8. Evento 8.4					
DESCRIPCION					
Explosión no confinada originada por una fuga de gas natural debido a la ruptura diametral del 20% del gasoducto de acero de 6" de diámetro que alimenta a la Estación de regulación y Medición (ERM) 4.					
DATOS DE LA SUSTANCIA					
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos			
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP			
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS			
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE			
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50			
Subfamilia	()				
Fórmula	CH4				
Estructura	CH4				
PARAMETROS DE ENTRADA					
Peso del material en la nube					98.7504 kg
Factor de Eficiencia Explosiva					0.03
Límite Inferior de Explosividad					5 %
Límite Superior de Explosividad					15 %
Calor de Combustión					50029 kJ/kg
Calor de Combustión del TNT (RMP)					4680 kJ/kg
Masa Equivalente en TNT					31.6691266769231 kg
Distancia mínima de cálculo					0.213241596629151
Distancia máxima de cálculo					126.552876337775
Distancia total del cálculo					126.339634741146
PRESION CALCULADA A DISTANCIAS DE INTERÉS					
Distancia (m)	Presión (kPa)	Presión (psi)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
5.0000000	488.3981183	70.8367468	1.0913609	168.5710047	2.1159540
10.0000000	103.7167120	15.0429623	3.8830015	88.5854225	2.9519150
20.0000000	29.1856880	4.2330613	11.6775346	47.8981863	4.1212957
30.0000000	15.9412937	2.3121084	20.2148600	32.6429079	4.7059597
50.0000000	8.1439624	1.1811917	37.8507399	19.9235900	5.5373522
70.0000000	5.3418439	0.7747754	56.0291899	14.3801383	6.1034439
100.0000000	3.3065489	0.4795784	83.5458419	10.0797518	6.6966765
150.0000000					
200.0000000					
DISTANCIAS CALCULADAS SEGÚN LAS PRESIONES DE INTERÉS					
Presión (kPa)	Presión (psi)	Distancia (m)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
137.8940000	20.0000000	8.7403561	3.0622064	99.7882456	2.5999234
103.4205000	15.0000000	10.0137889	3.8923182	88.4784205	2.9550329
68.9470000	10.0000000	12.2629720	5.4905268	74.1406631	3.3676192
34.4735000	5.0000000	18.0562236	10.0640349	52.6017820	3.9775200
27.5788000	4.0000000	20.7268570	12.2866774	46.3417006	4.1712131
20.6841000	3.0000000	25.0263256	15.9340331	38.8236311	4.4377880
13.7894000	2.0000000	33.3298133	23.1065135	29.4913465	4.8688623
6.8947000	1.0000000	57.1279952	44.2813291	17.5166443	5.7630431
3.4473500	0.5000000	97.1083228	80.9068542	10.3847593	6.6462484



### Radios de Afectación Eventos 8.3 y 8.4

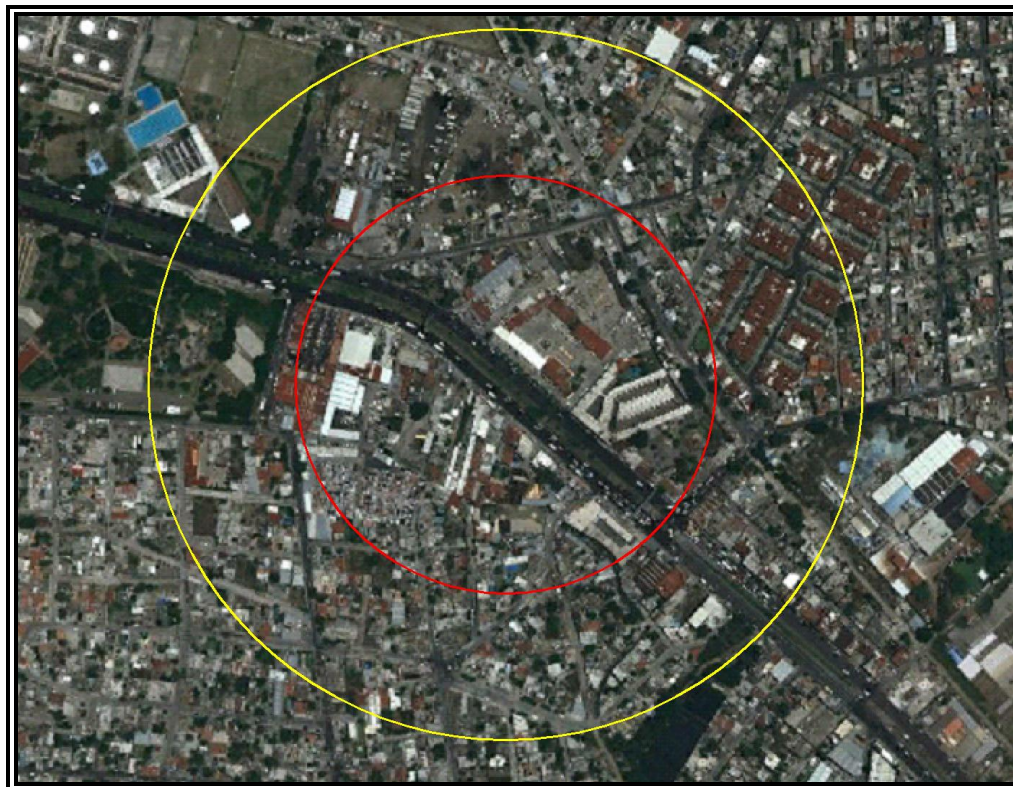
❖ Sobrepresión (Explosión):

#### Evento 8.3

ER4 (Fuga del 100%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1.0 psi)	167,04
Zona de Amortiguamiento (ZA) (0.5 psi)	283,94

#### Evento 8.4

ER4 (Fuga del 20%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1.0 psi)	57,12
Zona de Amortiguamiento (ZA) (0.5 psi)	97,10



**Figura VI.3.2.45** Evento 8.3 Explosión no Confinada (Sobrepresión). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1 PSI) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (0,5 PSI) en color amarillo.





**Figura VI.3.2.46** Evento 8.4 Explosión no Confinada (Sobrepresión). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1 PSI) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (0,5 PSI) en color amarillo.

**Radios de Afecación  
Eventos 8.5 y 8.6**

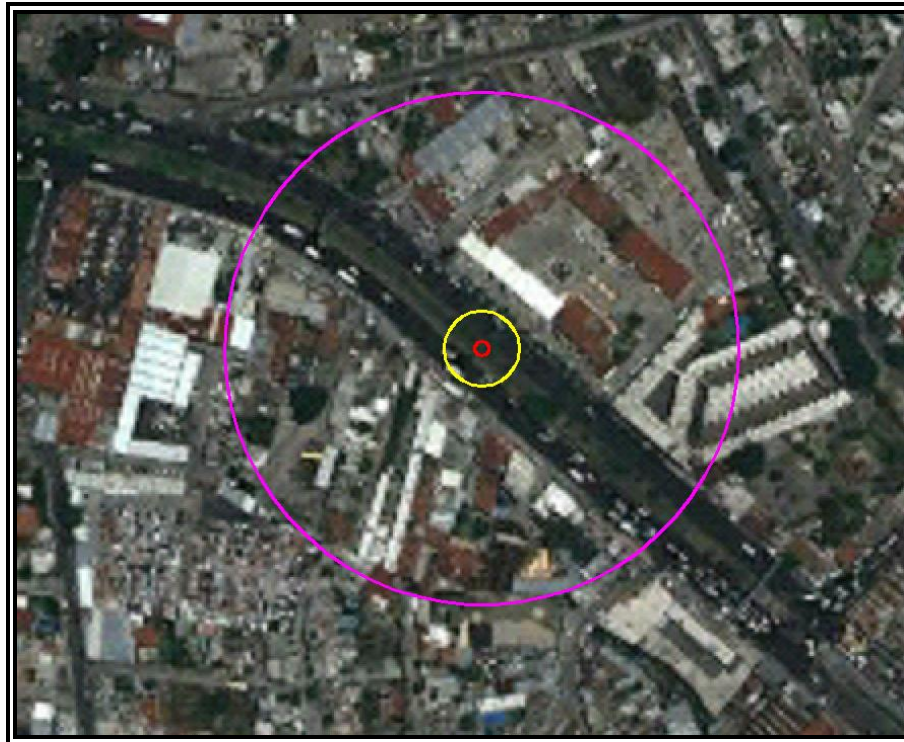
❖ Chorro Horizontal (Isoconcentraciones):

**Evento 8.5**

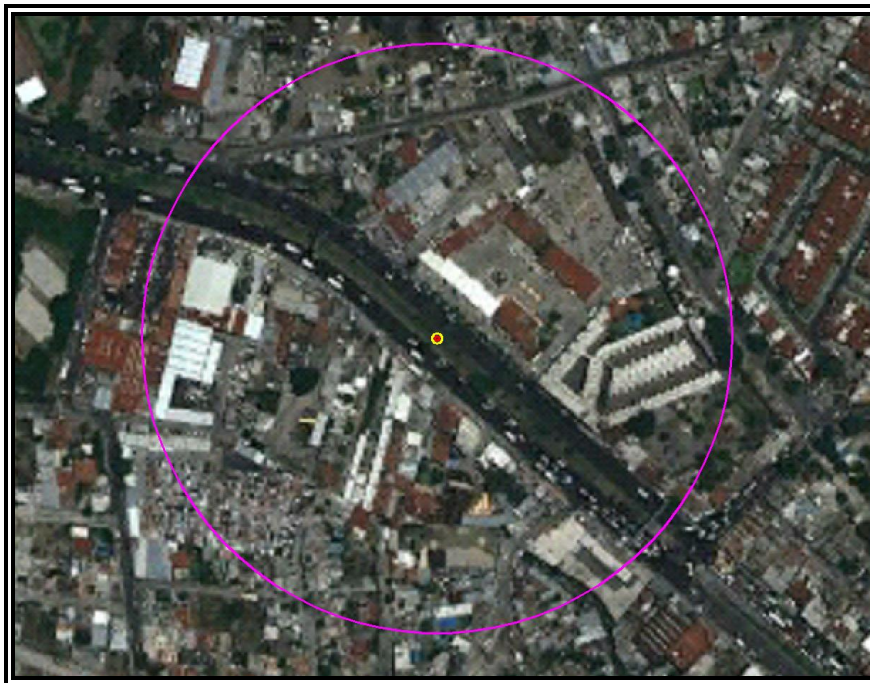
ER4 (Fuga del 100%)	
Isoconcentraciones	Radios de Afecación (m)
10 000 ppm	102,5
50 000 ppm	15,25
150 000 ppm	3,27

**Evento 8.6**

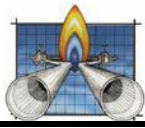
ER4 (Fuga del 20%)	
Isoconcentraciones	Radios de Afecación (m)
10 000 ppm	153,07
50 000 ppm	2,7
150 000 ppm	1,45



**Figura VI.3.2.47** Evento 8.5. Radios de concentraciones de Gas Natural en partes por millón (ppm).



**Figura VI.3.2.48** Evento 8.6. Radios de concentraciones de Gas Natural en partes por millón



(ppm).

**Escenario 9: Estación de Regulación (ER8), con una rotura del 100% y 20% del gasoducto de alimentación con diámetro de seis pulgadas (6"Φ).**

Se presenta una fuga de Gas Natural en el gasoducto de 6"Φ de acero al carbón API 5L Grado X42 con un espesor de 0,219" pulgadas, el cual alimenta a la Estación de Regulación (ER8), dicha fuga es causada por una rotura en el gasoducto a causa de una sobrepresión en la línea de suministro.

Consideraciones.

- El tiempo máximo de respuesta por parte del personal operativo para mitigar la fuga en la tubería de 6"Φ que alimenta a la ER8 se considera de 15 minutos, debido a que las instalaciones cuentan con válvula de bloqueo y medidores de presión que emiten señales a través del sistema de control de Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V.. Además de contar con vialidades existentes en la zona, lo que permite un acceso rápido a la instalación.
- El tipo de liberación de la fuga es continuo durante el tiempo que ocurre.
- A 60 segundos, después de haberse generado la fuga, el Gas Natural entra en contacto con una fuente de ignición (chispa), lo cual provoca un JET FIRE.
- El gas inflamable que se escapa por la rotura del gasoducto, forma una atmósfera explosiva la cual alcanza un punto de ignición (chispa) generado por un vehículo al transitar por la zona, a los 60 segundos de concentración de la nube, originando una explosión no confinada.
- El diámetro del orificio es de 152,4 mm para la rotura del 100% y de 30,48 mm para la rotura del 20% de la tubería de 6" API 5L Grado X42 con un espesor de pared de 0,219" pulgadas.

Condiciones ambientales y de operación.

- Temperatura del Gas en la tubería: 25°C,
- Velocidad del viento: 1 m/s,
- Humedad relativa: 60%,
- Presión del gas en la tubería: 21 Kg/cm<sup>2</sup> (2 059,39 KPa)
- Altura de la fuente de emisión: 1 m.





Evento 9.1. JET FIRE



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)

TITULO DEL MODELO			
Escenario No.9. Evento 9.1			
DESCRIPCION			
Chorro de fuego ocasionado por una fuga de gas natural ocasionada por la ruptura diametral del 100% del gasoducto de acero de 6" de diámetro que alimenta a la Estación de Regulación y Medición (ERM) 8.			
DATOS DE LA SUSTANCIA			
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos	
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP	
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS	
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE	
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50	
Subfamilia	()		
Fórmula	CH4		
Estructura	CH4		
PARAMETROS DE ENTRADA			
Peso Molecular		16.04246 kg/kmol	
Calor de Combustión		50029.0 kJ/kg	
Concentración Estequiométrica		9.5 %	
Temperatura de Ebullición		111.66 °K (-161.49 °C)	
Humedad relativa		60.00 %	
Temperatura ambiente		298.15 °K (25.00 °C)	
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO			
Diámetro del orificio		0.1524 m	
Presión en la tubería		2109200.0 Pa	
Coefficiente de descarga		0.63	
Longitud de la flama		32.353118 m	
Tasa de emisión de masa		41.146023 kg/s	
Clase de emisión		Flujo Sónico	
RADIACIÓN CALCULADA A DISTANCIAS ESPECÍFICAS			
Distancia a nivel de piso (m)	Distancia a fuente puntual (m)	Transmisividad	Radiación (kW/m2)
10.000	19.875	0.78	64.8458
25.000	30.332	0.75	26.8034
50.000	52.868	0.72	8.3925
60.000	62.410	0.71	5.9331
70.000	72.077	0.70	4.3911
80.000	81.823	0.69	3.3686
90.000	91.624	0.68	2.6593
100.000	101.464	0.68	2.1487
150.000	150.980	0.65	0.9363
200.000	200.736	0.63	0.5163
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECÍFICOS			
Radiación (kW/m2)	Distancia (m)	Dosis (W/m2) <sup>4/3</sup> tiempo de exposición= 60.00s	Dosis (W/m2) <sup>4/3</sup> tiempo de duración= 840.00 s
1.4000 E+00	1.2341 E+02	9.3970 E+05	1.3156 E+07
3.0000 E+00	8.4800 E+01	2.5960 E+06	3.6345 E+07
5.0000 E+00	6.5546 E+01	5.1299 E+06	7.1819 E+07
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE DOSIS DE RADIACIÓN ESPECÍFICAS			
Dosis (W/m2) <sup>3/4</sup>	Distancia (m)		
9.3970 E+05	3.2079 E+02		
2.5960 E+06	2.2241 E+02		
5.1299 E+06	1.7385 E+02		



Evento 9.2. JET FIRE



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)

TITULO DEL MODELO			
Escenario No. 9. Evento 9.2			
DESCRIPCION			
Chorro de fuego ocasionado por una fuga de gas natural ocasionada por la ruptura diametral del 20% del gasoducto de acero de 6" de diámetro que alimenta a la Estación de Regulación y Medición (ERM) 8.			
DATOS DE LA SUSTANCIA			
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos	
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP	
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS	
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE	
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50	
Subfamilia	()		
Fórmula	CH4		
Estructura	CH4		
PARAMETROS DE ENTRADA			
Peso Molecular		16.04246 kg/kmol	
Calor de Combustión		50029.0 kJ/kg	
Concentración Estequiométrica		9.5 %	
Temperatura de Ebullición		111.66 °K (-161.49 °C)	
Humedad relativa		60.00 %	
Temperatura ambiente		298.15 °K (25.00 °C)	
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO			
Diámetro del orificio		0.03048 m	
Presión en la tubería		2109200.0 Pa	
Coefficiente de descarga		0.63	
Longitud de la flama		6.470624 m	
Tasa de emisión de masa		1.645841 kg /s	
Clase de emisión		Flujo Sónico	
RADIACIÓN CALCULADA A DISTANCIAS ESPECÍFICAS			
Distancia a nivel de piso (m)	Distancia a fuente puntual (m)	Transmisividad	Radiación (kW/m2)
10.000	10.860	0.83	9.1738
25.000	25.356	0.76	1.5592
50.000	50.179	0.72	0.3744
60.000	60.149	0.71	0.2564
70.000	70.128	0.70	0.1860
80.000	80.112	0.69	0.1408
90.000	90.100	0.68	0.1102
100.000	100.090	0.68	0.0884
150.000	150.060	0.65	0.0379
200.000	200.045	0.64	0.0208
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECÍFICOS			
Radiación (kW/m2)	Distancia (m)	Dosis (W/m2) <sup>4/3</sup> tiempo de exposición= 60.00s	Dosis (W/m2) <sup>4/3</sup> tiempo de duración= 840.00 s
1.4000 E+00	2.6366 E+01	9.3970 E+05	1.3156 E+07
3.0000 E+00	1.8053 E+01	2.5960 E+06	3.6345 E+07
5.0000 E+00	1.3891 E+01	5.1299 E+06	7.1819 E+07
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE DOSIS DE RADIACIÓN ESPECÍFICAS			
Dosis (W/m2) <sup>3/4</sup>	Distancia (m)		
9.3970 E+05	6.8720 E+01		
2.5960 E+06	4.7622 E+01		
5.1299 E+06	3.7202 E+01		





### Análisis de interacciones del Escenario 9.

El presente escenario consiste en la formación de un Chorro de Fuego originado por una fuga de Gas Natural en el gasoducto de alimentación a la ER8, provocada por la ruptura diametral del 100% y 20% del gasoducto de 6"Φ a causa de una sobrepresión en la línea de suministro, lo cual puede llegar a ser catastrófico para la infraestructura presente en la zona donde se suscita el evento. Por tal efecto, y con fundamento en el análisis de riesgo mediante la metodología de Árbol de Fallas, se utilizó el software Árbol de Fallas (FaultREASE; Arthur D Little. Hazard Prevention Magazine) (Ver Anexo No. 10 Árboles de Falla), para determinar la probabilidad de ocurrencia de un incendio en el gasoducto principal de transporte, involucrando causas probables, tales como: fallas de instrumentos y/o accesorios y del material de construcción, principalmente, de lo anterior, y como resultado final se tiene que la probabilidad de ocurrencia de un escenario como el que se plantea es de  $7 \times 10^{-6}$ , lo cual de acuerdo a la Fuente de información consultada, lo cataloga como improbable.

- Fuente: (1) Modelo de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones. Dinámica Heurística. 2005  
 (2) Loss Prevention in the Process Industries, Frank P less, second Edition, 1996. Ed. HB Vol. I, II y III. Hazard Identification Assessment and Control  
 (3) Guidelines for Consequence Analysis of Chemical Releases. American Institute of Chemical Engineers (AIChE). 1999.  
 (4) Guideline for Hazard Evaluation Procedures, Second Edition, AIChE 1992.  
 (5) Fault Tree Handbook, U.S. Nuclear Regulatory Commission, 1981.

A continuación se describen las interacciones que puede llegar a tener una fuga de gas natural que al entrar en contacto con una fuente de ignición se convierte en un Jet Fire (Chorro de Fuego), con la infraestructura presente (unidades médicas, instituciones educativas, viviendas e instalaciones de riesgo), describiendo las consecuencias en caso de presentarse dicho escenario.

**TABLA RESUMEN**

COMPAÑÍA DE AUTOABASTECEDORES DE GAS NATURAL DE MORELOS, S.A. DE C.V.				Escenario 9. JIUTEPEC, MORELOS					
% de Ruptura por un impacto.	Jet Fire		Ver Figura VI.3.2.49 y VI.3.2.50	Explosión no confinada		Ver Figuras VI.3.2.51 y VI.3.2.52	Chorro Horizontal		Ver Figuras VI.3.2.53 y VI.3.2.54
	Eventos 9.1 y 9.2			Eventos 9.3 y 9.4			Eventos 9.5 y 9.6		
ER8 Jiutepec, Morelos.	Radios de afectación (R.A) (m)		Radiación Térmica (RT) Zonas de Riesgo (ZR)	Radios de Afectación (m)		Sobrepresiones y Zonas de Riesgo.	Radios de Afectación (m)		Isoconcentración (ppm)
Evento al 100%	9.1	65,54	ZAR 5 Kw/m <sup>2</sup>	9.3	167,04	ZAR 1 psi	9.5	102,5	10 000
		123,41	ZA 1.4 Kw/m <sup>2</sup>		283,94	ZA 0,5 psi		15,25	50 000
								3,27	150 000
Evento al 20%	9.2	13,89	ZAR	9.4	57,12	ZAR	9.6	153,7	10 000
		26,36	ZA		97,10	ZA		02,7	50 000
								1,45	150 000



<b>Efectos sobre la población y/o infraestructura existentes en la ZA y ZAR</b>													
<p>Jet Fire (Ver Figura VI.3.2.49 y VI.3.2.50)</p>	<p>⌘ <u>Infraestructura presente en la ZAR (65 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 65 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Empresa de muebles a 30 m,</li> <li>- Instalaciones de UNILEVER a 60 m,</li> <li>- Restaurant a 65 m,</li> <li>- Establecimientos comerciales a 62 m,</li> <li>- Instalaciones de la empresa Disc Ingeniería a 23 m,</li> </ul> <p>⌘ <u>Personas que transiten por la Avenida Eje Norte Sur y Calle 21 Este dentro de la ZAR (65 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 65 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 13 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo,</li> <li>- A los 40 segundos, presentarán quemaduras de segundo grado, considerando también asfixia por la disminución de Oxígeno y la exposición a los humos generados por el incendio.</li> </ul> <p>⌘ <u>Infraestructura presente en la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 65 hasta 123 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalaciones de Glaxosmithkline a 80 m de distancia,</li> <li>- Instalaciones de la empresa ALUCAPS Mexicana a 90 m de distancia,</li> <li>- Tienda comercial de autopartes a 106 m de distancia,</li> <li>- Empresa llantera a 100 m de distancia,</li> <li>- Pequeño restaurant a 115 m de distancia,</li> <li>- Taller de torno a 83 m,</li> <li>- Maderería a 95 m de distancia.</li> </ul> <p>⌘ <u>Personas que transiten por la Av. Eje Norte Sur y calle 21 Este dentro de la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1.4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio a partir de 86 hasta 162 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 115 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo en la piel expuesta,</li> <li>- Después de 663 segundos (11.05 min.), presentarán quemaduras de segundo grado,</li> </ul>												
<p>Explosión no Confinada (Ver Figura VI.3.2.51 y VI.3.2.52)</p>	<p>⌘ <u>Infraestructura y habitantes presentes en la ZAR (623,95 psi a 1 psi en un radio de 0 m hasta 167,04 m) y ZA (1 psi a 0,5 psi en un radio a partir de 167,04 m hasta 283,94 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Empresa de muebles a 30 m,</li> <li>- Instalaciones de UNILEVER a 60 m,</li> <li>- Restaurant a 65 m,</li> <li>- Establecimientos comerciales a 62 m,</li> <li>- Instalaciones de la empresa Disc Ingeniería a 23 m,</li> <li>- Instalaciones de Glaxosmithkline a 80 m de distancia,</li> <li>- Instalaciones de la empresa ALUCAPS Mexicana a 90 m de distancia,</li> <li>- Tienda comercial de autopartes a 106 m de distancia,</li> <li>- Empresa llantera a 100 m de distancia,</li> <li>- Pequeño restaurant a 115 m de distancia,</li> <li>- Taller de torno a 83 m,</li> <li>- Maderería a 95 m de distancia</li> </ul> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 20%;">Sobrepresión</th> <th>Daño esperado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1.0</td> <td>Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2.0</td> <td>Colapso parcial de muros y techos de casas.</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3.0</td> <td>Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">4.0</td> <td>Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">5.0</td> <td>Postes de madera arrancados</td> </tr> </tbody> </table>	Sobrepresión	Daño esperado	1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.	2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.	3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.	4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.	5.0	Postes de madera arrancados
Sobrepresión	Daño esperado												
1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.												
2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.												
3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.												
4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.												
5.0	Postes de madera arrancados												



	7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga
	9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.
	10.0	Posible destrucción total de edificios.

**Continuación. TABLA RESUMEN**

Chorro Horizontal (Ver Figura VI.3.2.53 y VI.3.2.54)	Daños en la salud de los habitantes localizados dentro de cualquiera de los radios de afectación, ya que de acuerdo a la <b>OSHA (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional)</b> , el gas natural se considera como un asfixiante simple a cualquier concentración, por lo que no se establecen tiempos máximos permisibles de exposición a dicha sustancia de acuerdo a la NOM-010-STPS-1999.
--	--

Por lo anterior, Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V. deberá de:

- Realizar celajes diarios por parte de técnicos capacitados (equipados con Radio con frecuencia controlada y con teléfono celular) y contar con registros de las verificaciones a realizar en cada uno de los recorridos por las instalaciones,
- Contar con un sistema de comunicación directa con oficinas de ELECENOR, para reportar cualquier falla en el suministro de Gas, así como cualquier emergencia que requiera el cierre del Gasoducto operado por ELECENOR. Así mismo mantener comunicación permanente mediante Radio de frecuencia controlada con el personal responsable de la operación del Gasoducto,
- Elaborar y poner en práctica un programa de capacitación dirigido al personal operativo, en relación a los procedimientos establecidos para la ejecución de las actividades de mantenimiento,
- Elaborar y poner en práctica una lista de verificación de tuberías, con el objeto de llevar un control en cuanto a la integridad mecánica de las mismas,
- Las actividades de verificación visual, se deberán realizar diariamente, y al detectar alguna anomalía en la instalación, actuar correctamente con apego a los procedimientos establecidos,
- Instalar letreros y señalamientos alusivos al peligro que representa la instalación, con el objeto de alertar a las personas que transitan por dicha zona.

**Radios de Afectación  
Eventos 9.1 y 9.2**

Incendio (Radiación Térmica):

**Evento 9.1**

ER8 (Fuga del 100%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m <sup>2</sup> )	65,54
Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m <sup>2</sup> )	123,41

**Evento 9.2**

ER8 (Fuga del 20%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m <sup>2</sup> )	13,89
Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m <sup>2</sup> )	26,36



**Figura VI.3.2.49** Evento 9.1 Incendio (Radiación Térmica). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m<sup>2</sup>) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m<sup>2</sup>) en color amarillo.



**Figura VI.3.2.50** Evento 9.2 Incendio (Radiación Térmica). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m<sup>2</sup>)





en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m<sup>2</sup>) en color amarillo.

### Evento 9.3. Explosión no Confinada.



#### SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

#### Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas

TITULO DEL MODELO					
Escenario 9. Evento 9.3					
DESCRIPCION					
Explosión no confinada originada por una fuga de gas natural debido a la ruptura diametral del 100% del gasoducto de acero de 6" de diámetro que alimenta a la Estación de Regulación y Medición (ERM) 8.					
DATOS DE LA SUSTANCIA					
Nombre	METANO (METHANE)			Sinónimos	
No. CAS	74-82-8			FIRE DAMP	
Nombre CAS	METHANE			MARSH GAS	
Nombre IUPAC	METHANE			METHYL HYDRIDE	
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)			REFRIGERANT 50	
Subfamilia	()				
Fórmula	CH4				
Estructura	CH4				
PARAMETROS DE ENTRADA					
Peso del material en la nube				2468.7613 kg	
Factor de Eficiencia Explosiva				0.03	
Limite Inferior de Explosividad				5 %	
Limite Superior de Explosividad				15 %	
Calor de Combustión				50029 kJ/kg	
Calor de Combustión del TNT (RMP)				4680 kJ/kg	
Masa Equivalente en TNT				791.72858383141 kg	
Distancia mínima de cálculo				0.623522320513258	
Distancia máxima de cálculo				370.04292018591	
Distancia total del cálculo				369.419397865397	
PRESION CALCULADA A DISTANCIAS DE INTERÉS					
Distancia (m)	Presión (kPa)	Presión (psi)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
5.0000000	4301.9831127	623.9550833	0.1623753	166.8103900	0.3138991
10.0000000	1148.5449760	166.5837493	0.5386712	228.9185167	2.0096444
20.0000000	237.5749001	34.4576124	1.9594834	124.9035553	2.0930370
30.0000000	98.3686009	14.2672779	4.0596819	86.6165128	3.0092307
50.0000000	37.7684929	5.4779023	9.2803931	55.2594658	3.8996946
70.0000000	22.0972969	3.2049686	15.0063680	40.4907505	4.3741887
100.0000000	13.3168673	1.9314644	23.8647964	28.7661178	4.9095458
150.0000000	7.8863812	1.1438324	39.0178190	19.4360265	5.5808121
200.0000000	5.5013601	0.7979115	54.5614045	14.7085991	6.0650354
DISTANCIAS CALCULADAS SEGÚN LAS PRESIONES DE INTERÉS					
Presión (kPa)	Presión (psi)	Distancia (m)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
137.8940000	20.0000000	25.5569608	3.0622064	99.7882456	2.5999234
103.4205000	15.0000000	29.2805015	3.8923182	88.4784205	2.9550329
68.9470000	10.0000000	35.8571539	5.4905268	74.1406631	3.3676192
34.4735000	5.0000000	52.7967274	10.0640349	52.6017820	3.9775200
27.5788000	4.0000000	60.6057081	12.2866774	46.3417006	4.1712131
20.6841000	3.0000000	73.1774329	15.9340331	38.8236311	4.4377880
13.7894000	2.0000000	97.4569825	23.1065135	29.4913465	4.8688623
6.8947000	1.0000000	167.0433006	44.2813291	17.5166443	5.7630431
3.4473500	0.5000000	283.9465083	80.9068542	10.3847593	6.6462484





**Evento 9.4. Explosión no Confinada**



**SCRI-FUEGO**

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

**Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas**

TITULO DEL MODELO					
Escenario 9. Evento 9.4					
DESCRIPCION					
Explosión no confinada originada por una fuga de gas natural debido a la ruptura diametral del 20% del gasoducto de acero de 6" de diámetro que alimenta a la Estación de Regulación y Medición (ERM) 8.					
DATOS DE LA SUSTANCIA					
Nombre	METANO (METHANE)			Sinónimos	
No. CAS	74-82-8			FIRE DAMP	
Nombre CAS	METHANE			MARSH GAS	
Nombre IUPAC	METHANE			METHYL HYDRIDE	
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)			REFRIGERANT 50	
Subfamilia	()				
Fórmula	CH4				
Estructura	CH4				
PARAMETROS DE ENTRADA					
Peso del material en la nube				98.7504 kg	
Factor de Eficiencia Explosiva				0.03	
Límite Inferior de Explosividad				5 %	
Límite Superior de Explosividad				15 %	
Calor de Combustión				50029 kJ/kg	
Calor de Combustión del TNT (RMP)				4680 kJ/kg	
Masa Equivalente en TNT				31.6691266769231 kg	
Distancia mínima de cálculo				0.213241596629151	
Distancia máxima de cálculo				126.552876337775	
Distancia total del cálculo				126.339634741146	
PRESION CALCULADA A DISTANCIAS DE INTERÉS					
Distancia (m)	Presión (kPa)	Presión (psi)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
5.0000000	488.3981183	70.8367468	1.0913609	168.5710047	2.1159540
10.0000000	103.7167120	15.0429623	3.8830015	88.5854225	2.9519150
20.0000000	29.1856880	4.2330613	11.6775346	47.8981863	4.1212957
30.0000000	15.9412937	2.3121084	20.2148600	32.6429079	4.7059597
50.0000000	8.1439624	1.1811917	37.8507399	19.9235900	5.5373522
70.0000000	5.3418439	0.7747754	56.0291899	14.3801383	6.1034439
100.0000000	3.3065489	0.4795784	83.5458419	10.0797518	6.6966765
150.0000000					
200.0000000					
DISTANCIAS CALCULADAS SEGÚN LAS PRESIONES DE INTERÉS					
Presión (kPa)	Presión (psi)	Distancia (m)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
137.8940000	20.0000000	8.7403561	3.0622064	99.7882456	2.5999234
103.4205000	15.0000000	10.0137889	3.8923182	88.4784205	2.9550329
68.9470000	10.0000000	12.2629720	5.4905268	74.1406631	3.3676192
34.4735000	5.0000000	18.0562236	10.0640349	52.6017820	3.9775200
27.5788000	4.0000000	20.7268570	12.2866774	46.3417006	4.1712131
20.6841000	3.0000000	25.0263256	15.9340331	38.8236311	4.4377880
13.7894000	2.0000000	33.3298133	23.1065135	29.4913465	4.8688623
6.8947000	1.0000000	57.1279952	44.2813291	17.5166443	5.7630431
3.4473500	0.5000000	97.1083228	80.9068542	10.3847593	6.6462484



### Radios de Afectación Eventos 9.3 y 9.4

❖ Sobrepresión (Explosión):

#### Evento 9.3

ER8 (Fuga del 100%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1.0 psi)	167,04
Zona de Amortiguamiento (ZA) (0.5 psi)	283,94

#### Evento 9.4

ER8 (Fuga del 20%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1.0 psi)	57,12
Zona de Amortiguamiento (ZA) (0.5 psi)	97,10



**Figura VI.3.2.51** Evento 9.3 Explosión no Confinada (Sobrepresión). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1 PSI) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (0,5 PSI) en color amarillo.



**Figura VI.3.2.52** Evento 9.4 Explosión no Confinada (Sobrepresión). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1 PSI) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (0,5 PSI) en color amarillo.

**Radios de Afectación  
Eventos 9.5 y 9.6**

❖ Chorro Horizontal (Isoconcentraciones):

**Evento 9.5**

ER8 (Fuga del 100%)	
Isoconcentraciones	Radios de Afectación (m)
10 000 ppm	102,5
50 000 ppm	15,25
150 000 ppm	3,27

**Evento 9.6**

ER8 (Fuga del 20%)	
Isoconcentraciones	Radios de Afectación (m)
10 000 ppm	153,07
50 000 ppm	2,7
150 000 ppm	1,45





**Figura VI.3.2.53** Evento 9.5. Radios de concentraciones de Gas Natural en partes por millón (ppm).



**Figura VI.3.2.54** Evento 9.6. Radios de concentraciones de Gas Natural en partes por millón (ppm).

**Escenario 10: Estación de Regulación y Medición INGENIO, con una rotura del 100% y 20% del gasoducto de alimentación con diámetro de seis pulgadas (6"Φ).**

Se presenta una fuga de Gas Natural en el gasoducto de 6"Φ de acero al carbón API 5L Grado X42 con un espesor de 0,219" pulgadas, el cual alimenta a la Estación de Regulación y Medición INGENIO, dicha fuga es causada por una rotura en el gasoducto a causa de una sobrepresión en la línea de suministro.

Consideraciones.

- El tiempo máximo de respuesta por parte del personal operativo para mitigar la fuga en la tubería de 6"Φ que alimenta a la ERM INGENIO se considera de 15 minutos, debido a que las instalaciones cuentan con válvula de bloqueo y medidores de presión que emiten señales a través del sistema de control de Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V.. Además de contar con vialidades existentes en la zona, lo que permite un acceso rápido a la instalación.
- El tipo de liberación de la fuga es continuo durante el tiempo que ocurre.
- A 60 segundos, después de haberse generado la fuga, el Gas Natural entra en contacto con una fuente de ignición (chispa), lo cual provoca un JET FIRE.
- El gas inflamable que se escapa por la rotura del gasoducto, forma una atmósfera explosiva la cual alcanza un punto de ignición (chispa) generado por un vehículo al transitar por la zona, a los 60 segundos de concentración de la nube, originando una explosión no confinada.





- El diámetro del orificio es de 152,4 mm para la rotura del 100% y de 30,48 mm para la rotura del 20% de la tubería de 6" API 5L Grado X42 con un espesor de pared de 0,219" pulgadas.

Condiciones ambientales y de operación.

- Temperatura del Gas en la tubería: 25°C,
- Velocidad del viento: 1 m/s,
- Humedad relativa: 60%,
- Presión del gas en la tubería: 21 Kg/cm<sup>2</sup> (2 059,39 KPa)
- Altura de la fuente de emisión: 1 m.

**Evento 10.1. JET FIRE**



**SCRI-FUEGO**

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

**Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)**

TITULO DEL MODELO		
Escenario No.10. Evento 10.1		
DESCRIPCION		
Chorro de fuego ocasionado por una fuga de gas natural ocasionadapor la ruptura diametral del 100% del gasoducto de acero de 6" de diámetro que alimenta a la Estación de Regulación y Medición (ERM) INGENIO.		
DATOS DE LA SUSTANCIA		
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50
Subfamilia	()	
Fórmula	CH4	
Estructura	CH4	
PARAMETROS DE ENTRADA		
Peso Molecular		16.04246 kg/kmol
Calor de Combustión		50029.0 kJ/kg
Concentración Estequiométrica		9.5 %
Temperatura de Ebullición		111.66 °K (-161.49 °C)
Humedad relativa		60.00 %
Temperatura ambiente		298.15 °K (25.00 °C)
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO		
Diámetro del orificio		0.1524 m
Presión en la tubería		2109200.0 Pa
Coefficiente de descarga		0.63
Longitud de la flama		32.353118 m
Tasa de emisión de masa		41.146023 kg /s
Clase de emisión		Flujo Sónico
RADIACIÓN CALCULADA A DISTANCIAS ESPECÍFICAS		



**Evento 10.2. JET FIRE**

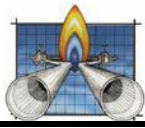


**SCRI-FUEGO**

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

**Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)**

<b>TITULO DEL MODELO</b>		
Escenario No. 10. Evento 10.2		
<b>DESCRIPCION</b>		
Chorro de fuego ocasionado por una fuga de gas natural ocasionada por la ruptura diametral del 20% del gasoducto de acero de 6" de diámetro que alimenta a la Estación de Regulación y Medición (ERM) INGENIO.		
<b>DATOS DE LA SUSTANCIA</b>		
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50
Subfamilia	()	
Fórmula	CH4	
Estructura	CH4	
<b>PARAMETROS DE ENTRADA</b>		
Peso Molecular		16.04246 kg/kmol
Calor de Combustión		50029.0 kJ/kg
Concentración Estequiométrica		9.5 %
Temperatura de Ebullición		111.66 °K (-161.49 °C)
Humedad relativa		60.00 %
Temperatura ambiente		298.15 °K (25.00 °C)
<b>CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO</b>		
Diámetro del orificio		0.03048 m
Presión en la tubería		2109200.0 Pa
Coefficiente de descarga		0.63
Longitud de la flama		6.470624 m
Tasa de emisión de masa		1.645841 kg /s
Clase de emisión		Flujo Sónico
<b>RADIACIÓN CALCULADA A DISTANCIAS ESPECÍFICAS</b>		



### **Análisis de interacciones del Escenario 10.**

El presente escenario consiste en la formación de un Chorro de Fuego originado por una fuga de Gas Natural en el gasoducto de alimentación a la ERM INGENIO, provocada por la ruptura diametral del 100% y 20% del gasoducto de 6"Φ a causa de una sobrepresión en la línea de suministro, lo cual puede llegar a ser catastrófico para la infraestructura presente en la zona donde se suscita el evento. Por tal efecto, y con fundamento en el análisis de riesgo mediante la metodología de Árbol de Fallas, se utilizó el software Árbol de Fallas (FaultrEASE; Arthur D Little. Hazard Prevention Magazine) (Ver Anexo No. 10 Árboles de Falla), para determinar la probabilidad de ocurrencia de un incendio en el gasoducto principal de transporte, involucrando causas probables, tales como: fallas de instrumentos y/o accesorios y del material de construcción, principalmente, de lo anterior, y como resultado final se tiene que la probabilidad de ocurrencia de un escenario como el que se plantea es de  $7 \times 10^{-6}$ , lo cual de acuerdo a la Fuente de información consultada, lo cataloga como improbable.

**Fuente: (1) Modelo de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones. Dinámica Heurística. 2005**

**(2) Loss Prevention in the Process Industries, Frank P less, second Edition, 1996. Ed. HB Vol. I, II y III. Hazard Identification Assessment and Control**

**(3) Guidelines for Consequence Analysis of Chemical Releases. American Institute of Chemical Engineers (AIChE). 1999.**

**(4) Guideline for Hazard Evaluation Procedures, Second Edition, AIChE 1992.**

**(5) Fault Tree Handbook, U.S. Nuclear Regulatory Commission, 1981.**

A continuación se describen las interacciones que puede llegar a tener una fuga de gas natural que al entrar en contacto con una fuente de ignición se convierte en un Jet Fire (Chorro de Fuego), con la infraestructura presente (unidades médicas, instituciones educativas, viviendas e instalaciones de riesgo), describiendo las consecuencias en caso de presentarse dicho escenario.



**TABLA RESUMEN**

COMPAÑÍA DE AUTOABASTECEDORES DE GAS NATURAL DE MORELOS, S.A. DE C.V.				Escenario 10. CUAUTLA, MORELOS								
% de Ruptura por un impacto.  ERM INGENIO  Cautla, Morelos.	Jet Fire  Eventos 10.1 y 10.2		Ver Figura VI.3.2.55 y VI.3.2.56		Explosión no confinada  Eventos 10.3 y 10.4		Ver Figuras VI.3.2.57 y VI.3.2.58		Chorro Horizontal  Eventos 10.5 y 10.6		Ver Figuras VI.3.2.59 y VI.3.2.60	
	Radios de afectación (R.A) (m)		Radiación Térmica (RT) Zonas de Riesgo (ZR)		Radios de Afectación (m)		Sobrepresión y Zonas de Riesgo.		Radios de Afectación (m)		Isoconcentración (ppm)	
Evento al 100%	10.1	65,54	ZAR 5 Kw/m <sup>2</sup>	10.3	167,04	ZAR 1 psi	10.5	102,5	10 000			
		123,41	ZA 1.4 Kw/m <sup>2</sup>		283,94	ZA 0,5 psi		15,25	50 000			
Evento al 20%	10.2	13,89	ZAR	10.4	57,12	ZAR		10.6	153,7	10 000		
		26,36	ZA		97,10	ZA	02,7		50 000			
									1,45	150 000		

<b>Efectos sobre la población y/o infraestructura existentes en la ZA y ZAR</b>	
Jet Fire (Ver Figura VI.3.2.55 y VI.3.2.56)	<p>⌘ <u>Infraestructura presente en la ZAR (65 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 65 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalaciones de un vivero a 53 m,</li> <li>- Vehículos que transiten por el camino viejo a Santa Inés en el momento que ocurra el siniestro.</li> </ul>
	<p>⌘ <u>Personas que transiten por el camino viejo a Santa Inés dentro de la ZAR (65 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 65 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 13 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo,</li> <li>- A los 40 segundos, presentarán quemaduras de segundo grado, considerando también asfixia por la disminución de Oxígeno y la exposición a los humos generados por el incendio.</li> </ul>
	<p>⌘ <u>Infraestructura presente en la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 65 hasta 123 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalaciones de ex. Hacienda,</li> <li>- Vehículos que transiten por el camino viejo a Santa Inés en el momento que ocurra el siniestro.</li> </ul> <p>⌘ <u>Personas que transiten por el camino viejo a Santa Inés dentro de la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1.4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio a partir de 86 hasta 162 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 115 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo en la piel expuesta,</li> <li>- Después de 663 segundos (11.05 min.), presentarán quemaduras de segundo grado,</li> </ul>
Explosión no Confinada	<p>⌘ <u>Infraestructura y habitantes presentes en la ZAR (623,95 psi a 1 psi en un radio de 0 m hasta 167,04 m) y ZA (1 psi a 0,5 psi en un radio a partir de 167,04 m hasta 283,94 m).</u></p>



<b>(Ver Figura VI.3.2.57 y VI.3.2.58)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalaciones de un vivero a 53 m,</li> <li>- Instalaciones de ex. Hacienda,</li> <li>- Vehículos que transiten por el camino viejo a Santa Inés en el momento que ocurra la explosión,</li> <li>- Instalaciones de la empresa Conaplor a 180 m de distancia,</li> <li>- Casas Habitación de la unidad habitacional Arboleda el Centenario a 180 m de distancia.</li> </ul>	
	Sobrepresión	Daño esperado
	1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.
	2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.
	3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.
	4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.
	5.0	Postes de madera arrancados
	7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga
	9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.
	10.0	Posible destrucción total de edificios.
<b>Chorro Horizontal (Ver Figura VI.3.2.59 y VI.3.2.60)</b>	Daños en la salud de los habitantes localizados dentro de cualquiera de los radios de afectación, ya que de acuerdo a la <b>OSHA (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional)</b> , el gas natural se considera como un asfixiante simple a cualquier concentración, por lo que no se establecen tiempos máximos permisibles de exposición a dicha sustancia de acuerdo a la NOM-010-STPS-1999.	

Por lo anterior, Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V. deberá de:

- Realizar celajes diarios por parte de técnicos capacitados (equipados con Radio con frecuencia controlada y con teléfono celular) y contar con registros de las verificaciones a realizar en cada uno de los recorridos por las instalaciones,
- Contar con un sistema de comunicación directa con oficinas de ELECNOR, para reportar cualquier falla en el suministro de Gas, así como cualquier emergencia que requiera el cierre del Gasoducto operado por ELECNOR. Así mismo mantener comunicación permanente mediante Radio de frecuencia controlada con el personal responsable de la operación del Gasoducto,
- Elaborar y poner en práctica un programa de capacitación dirigido al personal operativo, en relación a los procedimientos establecidos para la ejecución de las actividades de mantenimiento,
- Elaborar y poner en práctica una lista de verificación de tuberías, con el objeto de llevar un control en cuanto a la integridad mecánica de las mismas,
- Las actividades de verificación visual, se deberán realizar diariamente, y al detectar alguna anomalía en la instalación, actuar correctamente con apego a los procedimientos establecidos,
- Instalar letreros y señalamientos alusivos al peligro que representa la instalación, con el objeto de alertar a las personas que transitan por dicha zona.

### Radios de Afectación Eventos 10.1 y 10.2

Incendio (Radiación Térmica):

#### Evento 10.1

ERM INGENIO (Fuga del 100%)

#### Evento 10.2

ERM INGENIO (Fuga del 20%)



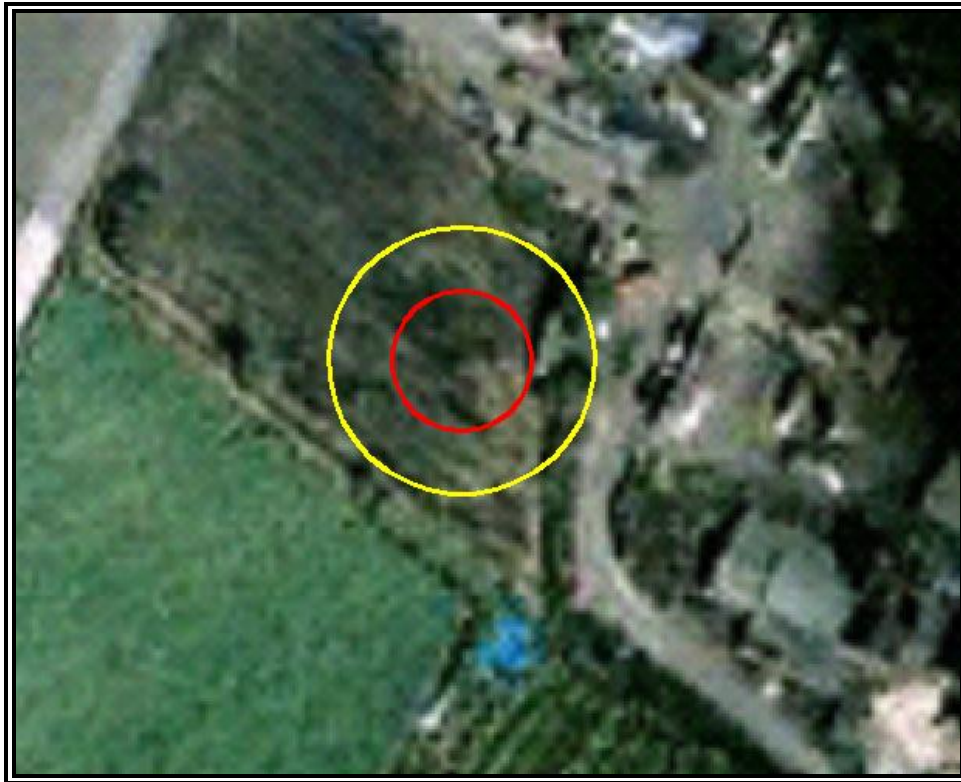


<b>Zonas de Riesgo</b>	<b>Radios de Afectación (m)</b>
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m <sup>2</sup> )	65,54
Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m <sup>2</sup> )	123,41

<b>Zonas de Riesgo</b>	<b>Radios de Afectación (m)</b>
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m <sup>2</sup> )	13,89
Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m <sup>2</sup> )	26,36



**Figura VI.3.2.55** Evento 10.1 Incendio (Radiación Térmica). Zona de Alto Riesgo (ZAR) ( $5 \text{ kW/m}^2$ ) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) ( $1.4 \text{ kW/m}^2$ ) en color amarillo.



**Figura VI.3.2.56** Evento 10.2 Incendio (Radiación Térmica). Zona de Alto Riesgo (ZAR) ( $5 \text{ KW/m}^2$ ) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) ( $1.4 \text{ KW/m}^2$ ) en color amarillo.



**Evento 10.3. Explosión no Confinada.**



**SCRI-FUEGO**

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

**Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas**

TITULO DEL MODELO					
Escenario 10. Evento 10.3					
DESCRIPCION					
Explosión no confinada originada por una fuga de gas natural debido a la ruptura diametral del 100% del gasoducto de acero de 6" de diámetro que alimenta a la Estación de Regulación y Medición (ERM) INGENIO.					
DATOS DE LA SUSTANCIA					
Nombre	METANO (METHANE)		Sinónimos		
No. CAS	74-82-8		FIRE DAMP		
Nombre CAS	METHANE		MARSH GAS		
Nombre IUPAC	METHANE		METHYL HYDRIDE		
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)		REFRIGERANT 50		
Subfamilia	()				
Fórmula	CH4				
Estructura	CH4				
PARAMETROS DE ENTRADA					
Peso del material en la nube			2468.7613 kg		
Factor de Eficiencia Explosiva			0.03		
Límite Inferior de Explosividad			5 %		
Límite Superior de Explosividad			15 %		
Calor de Combustión			50029 kJ/kg		
Calor de Combustión del TNT (RMP)			4680 kJ/kg		
Masa Equivalente en TNT			791.72858383141 kg		
Distancia mínima de cálculo			0.623522320513258		
Distancia máxima de cálculo			370.04292018591		
Distancia total del cálculo			369.419397865397		
PRESION CALCULADA A DISTANCIAS DE INTERÉS					
Distancia (m)	Presión (kPa)	Presión (psi)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
5.0000000	4301.9831127	623.9550833	0.1623753	166.8103900	0.3138991
10.0000000	1148.5449760	166.5837493	0.5386712	228.9185167	2.0096444
20.0000000	237.5749001	34.4576124	1.9594834	124.9035553	2.0930370
30.0000000	98.3686009	14.2672779	4.0596819	86.6165128	3.0092307
50.0000000	37.7684929	5.4779023	9.2803931	55.2594658	3.8996946
70.0000000	22.0972969	3.2049686	15.0063680	40.4907505	4.3741887
100.0000000	13.3168673	1.9314644	23.8647964	28.7661178	4.9095458
150.0000000	7.8863812	1.1438324	39.0178190	19.4360265	5.5808121
200.0000000	5.5013601	0.7979115	54.5614045	14.7085991	6.0650354
DISTANCIAS CALCULADAS SEGUN LAS PRESIONES DE INTERÉS					
Presión (kPa)	Presión (psi)	Distancia (m)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
137.8940000	20.0000000	25.5569608	3.0622064	99.7882456	2.5999234
103.4205000	15.0000000	29.2805015	3.8923182	88.4784205	2.9550329
68.9470000	10.0000000	35.8571539	5.4905268	74.1406631	3.3676192
34.4735000	5.0000000	52.7967274	10.0640349	52.6017820	3.9775200
27.5788000	4.0000000	60.6057081	12.2866774	46.3417006	4.1712131
20.6841000	3.0000000	73.1774329	15.9340331	38.8236311	4.4377880
13.7894000	2.0000000	97.4569825	23.1065135	29.4913465	4.8688623
6.8947000	1.0000000	167.0433006	44.2813291	17.5166443	5.7630431
3.4473500	0.5000000	283.9465083	80.9068542	10.3847593	6.6462484





Evento 10.4. Explosión no Confinada



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas

TITULO DEL MODELO					
Escenario 10. Evento 10.4					
DESCRIPCION					
Explosión no confinada originada por una fuga de gas natural debido a la ruptura diametral del 20% del gasoducto de acero de 6" de diámetro que alimenta a la Estación de Regulación y Medición (ERM) INGENIO.					
DATOS DE LA SUSTANCIA					
Nombre	METANO (METHANE)			Sinónimos	
No. CAS	74-82-8			FIRE DAMP	
Nombre CAS	METHANE			MARSH GAS	
Nombre IUPAC	METHANE			METHYL HYDRIDE	
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)			REFRIGERANT 50	
Subfamilia	()				
Fórmula	CH4				
Estructura	CH4				
PARAMETROS DE ENTRADA					
Peso del material en la nube				98.7504 kg	
Factor de Eficiencia Explosiva				0.03	
Límite Inferior de Explosividad				5 %	
Límite Superior de Explosividad				15 %	
Calor de Combustión				50029 kJ/kg	
Calor de Combustión del TNT (RMP)				4680 kJ/kg	
Masa Equivalente en TNT				31.6691266769231 kg	
Distancia mínima de cálculo				0.213241596629151	
Distancia máxima de cálculo				126.552876337775	
Distancia total del cálculo				126.339634741146	
PRESION CALCULADA A DISTANCIAS DE INTERÉS					
Distancia (m)	Presión (kPa)	Presión (psi)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
5.0000000	488.3981183	70.8367468	1.0913609	168.5710047	2.1159540
10.0000000	103.7167120	15.0429623	3.8830015	88.5854225	2.9519150
20.0000000	29.1856880	4.2330613	11.6775346	47.8981863	4.1212957
30.0000000	15.9412937	2.3121084	20.2148600	32.6429079	4.7059597
50.0000000	8.1439624	1.1811917	37.8507399	19.9235900	5.5373522
70.0000000	5.3418439	0.7747754	56.0291899	14.3801383	6.1034439
100.0000000	3.3065489	0.4795784	83.5458419	10.0797518	6.6966765
150.0000000					
200.0000000					
DISTANCIAS CALCULADAS SEGÚN LAS PRESIONES DE INTERÉS					
Presión (kPa)	Presión (psi)	Distancia (m)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
137.8940000	20.0000000	8.7403561	3.0622064	99.7882456	2.5999234
103.4205000	15.0000000	10.0137889	3.8923182	88.4784205	2.9550329
68.9470000	10.0000000	12.2629720	5.4905268	74.1406631	3.3676192
34.4735000	5.0000000	18.0562236	10.0640349	52.6017820	3.9775200
27.5788000	4.0000000	20.7268570	12.2866774	46.3417006	4.1712131
20.6841000	3.0000000	25.0263256	15.9340331	38.8236311	4.4377880
13.7894000	2.0000000	33.3298133	23.1065135	29.4913465	4.8688623
6.8947000	1.0000000	57.1279952	44.2813291	17.5166443	5.7630431
3.4473500	0.5000000	97.1083228	80.9068542	10.3847593	6.6462484





### Radios de Afectación Eventos 10.3 y 10.4

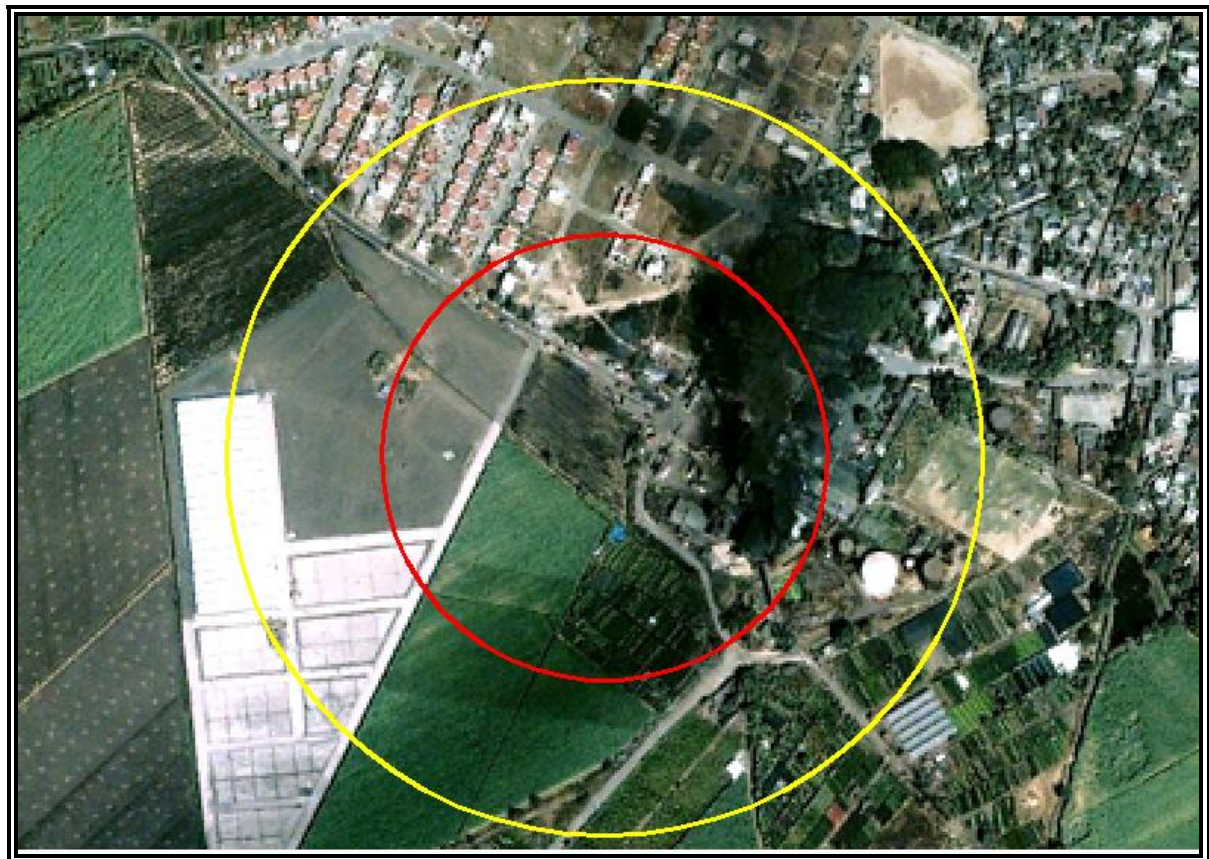
❖ Sobrepresión (Explosión):

#### Evento 10.3

ERM INGENIO (Fuga del 100%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1.0 psi)	167,04
Zona de Amortiguamiento (ZA) (0.5 psi)	283,94

#### Evento 10.4

ERM INGENIO (Fuga del 20%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1.0 psi)	57,12
Zona de Amortiguamiento (ZA) (0.5 psi)	97,10



**Figura VI.3.2.57** Evento 10.3 Explosión no Confinada (Sobrepresión). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1 PSI) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (0,5 PSI) en color amarillo.



**Figura VI.3.2.58** Evento 10.4 Explosión no Confinada (Sobrepresión). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1 PSI) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (0,5 PSI) en color amarillo.

**Radios de Afectación  
Eventos 10.5 y 10.6**

❖ Chorro Horizontal (Isoconcentraciones):

**Evento 10.5**

ERM INGENIO (Fuga del 100%)	
Isoconcentraciones	Radios de Afectación (m)
10 000 ppm	102,5
50 000 ppm	15,25
150 000 ppm	3,27

**Evento 10.6**

ERM INGENIO (Fuga del 20%)	
Isoconcentraciones	Radios de Afectación (m)
10 000 ppm	153,07
50 000 ppm	2,7
150 000 ppm	1,45





**Figura VI.3.2.59** Evento 10.5. Radios de concentraciones de Gas Natural en partes por millón (ppm).



**Figura VI.3.2.60** Evento 10.6. Radios de concentraciones de Gas Natural en partes por millón (ppm).



**Escenario 11: Estación de Regulación y Medición BURLINGTON, con una rotura del 100% y 20% del gasoducto de alimentación con diámetro de cuatro pulgadas (4"Φ).**

Se presenta una fuga de Gas Natural en el gasoducto de 4"Φ de acero al carbón API 5L Grado X42 con un espesor de 0,237" pulgadas, el cual alimenta a la Estación de Regulación y Medición BURLINGTON, dicha fuga es causada por una rotura en el gasoducto a causa de una sobrepresión en la línea de suministro.

Consideraciones.

- El tiempo máximo de respuesta por parte del personal operativo para mitigar la fuga en la tubería de 4"Φ que alimenta a la ERM BURLINGTON se considera de 15 minutos, debido a que las instalaciones cuentan con válvula de bloqueo y medidores de presión que emiten señales a través del sistema de control de Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V.. Además de contar con vialidades existentes en la zona, lo que permite un acceso rápido a la instalación.
- El tipo de liberación de la fuga es continuo durante el tiempo que ocurre.
- A 60 segundos, después de haberse generado la fuga, el Gas Natural entra en contacto con una fuente de ignición (chispa), lo cual provoca un JET FIRE.
- El gas inflamable que se escapa por la rotura del gasoducto, forma una atmósfera explosiva la cual alcanza un punto de ignición (chispa) generado por un vehículo al transitar por la zona, a los 60 segundos de concentración de la nube, originando una explosión no confinada.
- El diámetro del orificio es de 101,6 mm para la rotura del 100% y de 20,32 mm para la rotura del 20% de la tubería de 4" API 5L Grado X42 con un espesor de pared de 0,237" pulgadas.

Condiciones ambientales y de operación.

- Temperatura del Gas en la tubería: 25°C,
- Velocidad del viento: 1 m/s,
- Humedad relativa: 60%,
- Presión del gas en la tubería: 21 Kg/cm<sup>2</sup> (2 059,39 KPa)
- Altura de la fuente de emisión: 1 m.



Evento 11.1. JET FIRE



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)

TITULO DEL MODELO			
Escenario No.11. Evento 11.1			
DESCRIPCION			
Chorro de fuego ocasionado por una fuga de gas natural ocasionadapor la ruptura diametral del 100% del gasoducto de acero de 4" de diámetro que alimentan a la estación de Regulación y Medición (ERM) BURLINGTON.			
DATOS DE LA SUSTANCIA			
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos	
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP	
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS	
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE	
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50	
Subfamilia	()		
Fórmula	CH4		
Estructura	CH4		
PARAMETROS DE ENTRADA			
Peso Molecular		16.04246 kg/kmol	
Calor de Combustión		50029.0 kJ/kg	
Concentración Estequiométrica		9.5 %	
Temperatura de Ebullición		111.66 °K (-161.49 °C)	
Humedad relativa		60.00 %	
Temperatura ambiente		298.15 °K (25.00 °C)	
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO			
Diámetro del orificio		0.1016 m	
Presión en la tubería		2109200.0 Pa	
Coefficiente de descarga		0.63	
Longitud de la flama		21.568745 m	
Tasa de emisión de masa		18.287121 kg/s	
Clase de emisión		Flujo Sónico	
RADIACION CALCULADA A DISTANCIAS ESPECIFICAS			
Distancia a nivel de piso (m)	Distancia a fuente puntual (m)	Transmisividad	Radiación (kW/m2)
10.000	15.455	0.80	48.7530
25.000	27.638	0.76	14.4686
50.000	51.370	0.72	3.9610
60.000	61.146	0.71	2.7521
70.000	70.985	0.70	2.0149
80.000	80.863	0.69	1.5346
90.000	90.768	0.68	1.2053
100.000	100.692	0.68	0.9703
150.000	150.462	0.65	0.4191
200.000	200.347	0.64	0.2304
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACION ESPECIFICOS			
Radiación (kW/m2)	Distancia (m)	Dosis (W/m2) <sup>4/3</sup> tiempo de exposición= 60.00s	Dosis (W/m2) <sup>4/3</sup> tiempo de duración= 840.00 s
1.4000 E+00	8.3700 E+01	9.3970 E+05	1.3156 E+07
3.0000 E+00	5.7500 E+01	2.5960 E+06	3.6345 E+07
5.0000 E+00	4.4431 E+01	5.1299 E+06	7.1819 E+07
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE DOSIS DE RADIACION ESPECIFICAS			
Dosis (W/m 2) <sup>3/4</sup>		Distancia (m)	
9.3970 E+05		2.1761 E+02	
2.5960 E+06		1.5087 E+02	
5.1299 E+06		1.1793 E+02	





Evento 11.2. JET FIRE



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)

TITULO DEL MODELO			
Escenario No. 11. Evento 11.2			
DESCRIPCION			
Chorro de fuego ocasionado por una fuga de gas natural ocasionada por la ruptura diametral del 20% del gasoducto de acero de 4" de diámetro que alimenta a la Estación de Regulación y Medición (ERM) BURLINGTON.			
DATOS DE LA SUSTANCIA			
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos	
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP	
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS	
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE	
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50	
Subfamilia	()		
Fórmula	CH4		
Estructura	CH4		
PARAMETROS DE ENTRADA			
Peso Molecular	16.04246 kg/kmol		
Calor de Combustión	50029.0 kJ/kg		
Concentración Estequiométrica	9.5 %		
Temperatura de Ebullición	111.66 °K (-161.49 °C)		
Humedad relativa	60.00 %		
Temperatura ambiente	298.15 °K (25.00 °C)		
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO			
Diámetro del orificio	0.02032 m		
Presión en la tubería	2109200.0 Pa		
Coefficiente de descarga	0.63		
Longitud de la flama	4.313749 m		
Tasa de emisión de masa	0.731485 kg /s		
Clase de emisión	Flujo Sónico		
RADIACIÓN CALCULADA A DISTANCIAS ESPECÍFICAS			
Distancia a nivel de piso (m)	Distancia a fuente puntual (m)	Transmisividad	Radiación (kW/m2)
10.000	10.486	0.83	4.3866
25.000	25.199	0.77	0.7021
50.000	50.100	0.72	0.1670
60.000	60.083	0.71	0.1142
70.000	70.071	0.70	0.0828
80.000	80.062	0.69	0.0627
90.000	90.055	0.68	0.0490
100.000	100.050	0.68	0.0393
150.000	150.033	0.65	0.0169
200.000	200.025	0.64	0.0092
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECÍFICOS			
Radiación (kW/m2)	Distancia (m)	Dosis (W/m2) <sup>4/3</sup> tiempo de exposición= 60.00s	Dosis (W/m2) <sup>4/3</sup> tiempo de duración= 840.00 s
1.4000 E+00	1.7838 E+01	9.3970 E+05	1.3156 E+07
3.0000 E+00	1.2177 E+01	2.5960 E+06	3.6345 E+07
5.0000 E+00	9.3322 E+00	5.1299 E+06	7.1819 E+07
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE DOSIS DE RADIACIÓN ESPECÍFICAS			
Dosis (W/m2) <sup>3/4</sup>	Distancia (m)		
9.3970 E+05	4.6600 E+01		
2.5960 E+06	3.2280 E+01		
5.1299 E+06	2.5203 E+01		



### Análisis de interacciones del Escenario 11.

El presente escenario consiste en la formación de un Chorro de Fuego originado por una fuga de Gas Natural en el gasoducto de alimentación a la ERM BURLINGTON, provocada por la ruptura diametral del 100% y 20% del gasoducto de 4"Φ a causa de una sobrepresión en la línea de suministro, lo cual puede llegar a ser catastrófico para la infraestructura presente en la zona donde se suscita el evento. Por tal efecto, y con fundamento en el análisis de riesgo mediante la metodología de Árbol de Fallas, se utilizó el software Árbol de Fallas (FaultREASE; Arthur D Little. Hazard Prevention Magazine) (Ver Anexo No. 10 Árboles de Falla), para determinar la probabilidad de ocurrencia de un incendio en el gasoducto principal de transporte, involucrando causas probables, tales como: fallas de instrumentos y/o accesorios y del material de construcción, principalmente, de lo anterior, y como resultado final se tiene que la probabilidad de ocurrencia de un escenario como el que se plantea es de  $7 \times 10^{-6}$ , lo cual de acuerdo a la Fuente de información consultada, lo cataloga como improbable.

- Fuente: (1) Modelo de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones. Dinámica Heurística. 2005  
 (2) Loss Prevention in the Process Industries, Frank P less, second Edition, 1996. Ed. HB Vol. I, II y III. Hazard Identification Assessment and Control  
 (3) Guidelines for Consequence Analysis of Chemical Releases. American Institute of Chemical Engineers (AIChE). 1999.  
 (4) Guideline for Hazard Evaluation Procedures, Second Edition, AIChE 1992.  
 (5) Fault Tree Handbook, U.S. Nuclear Regulatory Commission, 1981.

A continuación se describen las interacciones que puede llegar a tener una fuga de gas natural que al entrar en contacto con una fuente de ignición se convierte en un Jet Fire (Chorro de Fuego), con la infraestructura presente (unidades médicas, instituciones educativas, viviendas e instalaciones de riesgo), describiendo las consecuencias en caso de presentarse dicho escenario.

**TABLA RESUMEN**

COMPAÑÍA DE AUTOABASTECEDORES DE GAS NATURAL DE MORELOS, S.A. DE C.V.				Escenario 11. YECAPIXTLA, MORELOS			
% de Ruptura por un impacto.	Jet Fire		Explosión no confinada		Chorro Horizontal		
	Eventos 11.1 y 11.2		Eventos 11.3 y 11.4		Eventos 11.5 y 11.6		
ERM BURLINGTON Yecapixtla, Morelos.	Radios de afectación (R.A) (m)	Ver Figura VI.3.2.61 y VI.3.2.62 Radiación Térmica (RT) Zonas de Riesgo (ZR)	Radios de Afectación (m)	Ver Figuras VI.3.2.63 y VI.3.2.64 Sobrepresión y Zonas de Riesgo.	Radios de Afectación (m)	Ver Figuras VI.3.2.65 y VI.3.2.66 Isoconcentración (ppm)	
Evento al 100%	11.1	44,43	11.3	127,69	11.5	64,77	
		83,70		216,69		9,58	
		ZAR 5 Kw/m <sup>2</sup>	ZAR 1 psi	2,58		150 000	
Evento al 20%	11.2	9,33	11.4	43,59	11.6	98,60	
		17,83		74,10		2,11	
		ZAR	ZAR	1,30		150 000	
		ZA 1.4 Kw/m <sup>2</sup>		ZA 0,5 psi			



Efectos sobre la población y/o infraestructura existentes en la ZA y ZAR																			
Jet Fire (Ver Figura VI.3.2.61 y VI.3.2.62)	<p>⌘ <u>Infraestructura presente en la ZAR (48 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 45 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalaciones de la propia empresa BURLINGTON a 20 m de distancia,</li> </ul> <p>⌘ <u>Empleados y visitantes de la empresa BURLINGTON que se encuentren dentro de la ZAR (48 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 45 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 13 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo,</li> <li>- A los 40 segundos, presentarán quemaduras de segundo grado, considerando también asfixia por la disminución de Oxígeno y la exposición a los humos generados por el incendio.</li> </ul> <p>⌘ <u>Infraestructura presente en la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 45 hasta 83 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalaciones de la empresa BURLINGTON a 20 m de distancia.</li> </ul> <p>⌘ <u>Empleados y visitantes de la empresa BURLINGTON que se encuentren dentro de la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1.4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio a partir de 45 hasta 83 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 115 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo en la piel expuesta,</li> <li>- Después de 663 segundos (11.05 min.), presentarán quemaduras de segundo grado,</li> </ul>																		
	<p>⌘ <u>Infraestructura y habitantes presentes en la ZAR (390 psi a 1 psi en un radio de 0 m hasta 127 m) y ZA (1 psi a 0,5 psi en un radio a partir de 127 m hasta 216 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalaciones de la empresa BURLINGTON a 20 m de distancia,</li> <li>- Terrenos agrícolas a 100 m de distancia,</li> <li>- Empleados y visitante de la empresa BURLINGTON que se encentren dentro de los radios de la ZAR y ZA en el momento que ocurra la explosión.</li> </ul>																		
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Sobrepresión</th> <th>Daño esperado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.0</td> <td>Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.</td> </tr> <tr> <td>2.0</td> <td>Colapso parcial de muros y techos de casas.</td> </tr> <tr> <td>3.0</td> <td>Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.</td> </tr> <tr> <td>4.0</td> <td>Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.</td> </tr> <tr> <td>5.0</td> <td>Postes de madera arrancados</td> </tr> <tr> <td>7.0</td> <td>Volcadura de carros de ferrocarril con carga</td> </tr> <tr> <td>9.0</td> <td>Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.</td> </tr> <tr> <td>10.0</td> <td>Posible destrucción total de edificios.</td> </tr> </tbody> </table>	Sobrepresión	Daño esperado	1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.	2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.	3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.	4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.	5.0	Postes de madera arrancados	7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga	9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.	10.0	Posible destrucción total de edificios.
	Sobrepresión	Daño esperado																	
1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.																		
2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.																		
3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.																		
4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.																		
5.0	Postes de madera arrancados																		
7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga																		
9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.																		
10.0	Posible destrucción total de edificios.																		
<p>Chorro Horizontal (Ver Figura VI.3.2.65 y VI.3.2.66)</p> <p>Daños en la salud de los habitantes localizados dentro de cualquiera de los radios de afectación, ya que de acuerdo a la <b>OSHA (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional)</b>, el gas natural se considera como un asfixiante simple a cualquier concentración, por lo que no se establecen tiempos máximos permisibles de exposición a dicha sustancia de acuerdo a la NOM-010-STPS-1999.</p>																			

Por lo anterior, Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V. deberá de:

- Realizar celajes diarios por parte de técnicos capacitados (equipados con Radio con frecuencia controlada y con teléfono celular) y contar con registros de las verificaciones a realizar en cada uno de los recorridos por las instalaciones,
- Contar con un sistema de comunicación directa con oficinas de ELEC NOR, para reportar cualquier falla en el suministro de Gas, así como cualquier emergencia que requiera el cierre del Gasoducto



operado por ELECENOR. Así mismo mantener comunicación permanente mediante Radio de frecuencia controlada con el personal responsable de la operación del Gasoducto,

- Elaborar y poner en práctica un programa de capacitación dirigido al personal operativo, en relación a los procedimientos establecidos para la ejecución de las actividades de mantenimiento,
- Elaborar y poner en práctica una lista de verificación de tuberías, con el objeto de llevar un control en cuanto a la integridad mecánica de las mismas,
- Las actividades de verificación visual, se deberán realizar diariamente, y al detectar alguna anomalía en la instalación, actuar correctamente con apego a los procedimientos establecidos,
- Instalar letreros y señalamientos alusivos al peligro que representa la instalación, con el objeto de alertar a las personas que transitan por dicha zona.

### Radios de Afectación Eventos 11.1 y 11.2

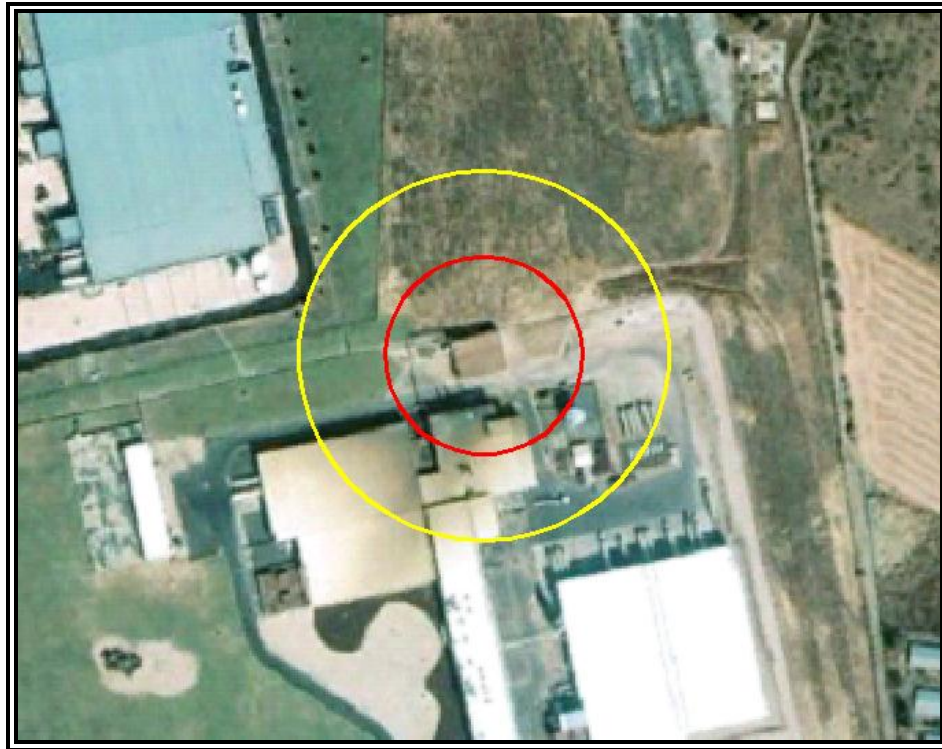
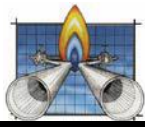
Incendio (Radiación Térmica):

#### Evento 11.1

ERM BURLINGTON (Fuga del 100%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m <sup>2</sup> )	44,43
Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m <sup>2</sup> )	83,7

#### Evento 11.2

ERM BURLINGTON (Fuga del 20%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m <sup>2</sup> )	9,33
Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m <sup>2</sup> )	17,83



**Figura VI.3.2.61** Evento 11.1 Incendio (Radiación Térmica). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m<sup>2</sup>) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m<sup>2</sup>) en color amarillo.







**Figura VI.3.2.62** Evento 11.2 Incendio (Radiación Térmica). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m<sup>2</sup>) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m<sup>2</sup>) en color amarillo.

**Evento 11.3. Explosión no Confinada.**



**SCRI-FUEGO**

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

**Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas**

TITULO DEL MODELO					
Escenario 11. Evento 11.3					
DESCRIPCION					
Explosión no confinada originada por una fuga de gas natural debido a la ruptura diametral del 100% del gasoducto de acero de 4" de diámetro que alimenta a la Estación de Regulación y Medición (ERM) BURLINGTON.					
DATOS DE LA SUSTANCIA					
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos			
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP			
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS			
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE			
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50			
Subfamilia	()				
Fórmula	CH4				
Estructura	CH4				
PARAMETROS DE ENTRADA					
Peso del material en la nube					1097.22726 kg
Factor de Eficiencia Explosiva					0.03
Límite Inferior de Explosividad					5 %
Límite Superior de Explosividad					15 %
Calor de Combustión					50029 kJ/kg
Calor de Combustión del TNT (RMP)					4680 kJ/kg
Masa Equivalente en TNT					351.879375580385 kg
Distancia mínima de cálculo					0.475836589476289
Distancia máxima de cálculo					282.395602063079
Distancia total del cálculo					281.919765473603
PRESION CALCULADA A DISTANCIAS DE INTERÉS					
Distancia (m)	Presión (kPa)	Presión (psi)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
5.000000	2690.0887103	390.1676230	0.2545907	184.5638272	0.5656894
10.000000	628.1029153	91.0993829	0.8889030	186.6946698	2.1984251
20.000000	130.6425948	18.9482639	3.2025330	97.5772639	2.6896546
30.000000	57.9162709	8.4001147	6.3808345	68.4161206	3.5287407
50.000000	24.4297312	3.5432624	13.7041136	43.0923971	4.2805021
70.000000	14.9824931	2.1730450	21.4021712	31.2684081	4.7743996
100.000000	9.3515545	1.3563396	33.2172008	22.1469480	5.3525122
150.000000	5.6237707	0.8156658	53.4823376	14.9597570	6.0361359
200.000000	3.8543300	0.5590279	74.0595129	11.2598617	6.5113731
DISTANCIAS CALCULADAS SEGÚN LAS PRESIONES DE INTERÉS					
Presión (kPa)	Presión (psi)	Distancia (m)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
137.8940000	20.0000000	19.5036115	3.0622064	99.7882456	2.5999234
103.4205000	15.0000000	22.3452048	3.8923182	88.4784205	2.9550329
68.9470000	10.0000000	27.3641300	5.4905268	74.1406631	3.3676192
34.4735000	5.0000000	40.2914440	10.0640349	52.6017820	3.9775200
27.5788000	4.0000000	46.2508117	12.2866774	46.3417006	4.1712131
20.6841000	3.0000000	55.8448334	15.9340331	38.8236311	4.4377880
13.7894000	2.0000000	74.3735976	23.1065135	29.4913465	4.8688623
6.8947000	1.0000000	127.4778975	44.2813291	17.5166443	5.7630431
3.4473500	0.5000000	216.6917425	80.9068542	10.3847593	6.6462484



Evento 11.4. Explosión no Confinada



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas

TITULO DEL MODELO					
Escenario 11. Evento 11.4					
DESCRIPCION					
Explosión no confinada originada por una fuga de gas natural debido a la ruptura diametral del 20% del gasoducto de acero de 4" de diámetro que alimenta a la Estación de Regulación y Medición (ERM) BURLINGTON.					
DATOS DE LA SUSTANCIA					
Nombre	METANO (METHANE)			Sinónimos	
No. CAS	74-82-8			FIRE DAMP	
Nombre CAS	METHANE			MARSH GAS	
Nombre IUPAC	METHANE			METHYL HYDRIDE	
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)			REFRIGERANT 50	
Subfamilia	()				
Fórmula	CH4				
Estructura	CH4				
PARAMETROS DE ENTRADA					
Peso del material en la nube				43.8891 kg	
Factor de Eficiencia Explosiva				0.03	
Límite Inferior de Explosividad				5 %	
Límite Superior de Explosividad				15 %	
Calor de Combustión				50029 kJ/kg	
Calor de Combustión del TNT (RMP)				4680 kJ/kg	
Masa Equivalente en TNT				14.0751781019231 kg	
Distancia mínima de cálculo				0.16273383637572	
Distancia máxima de cálculo				96.5779444366291	
Distancia total del cálculo				96.4152106002534	
PRESION CALCULADA A DISTANCIAS DE INTERÉS					
Distancia (m)	Presión (kPa)	Presión (psi)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
5.000000	262.0295297	38.0044860	1.8093164	130.0783173	2.0649140
10.000000	60.7650464	8.8132981	6.1212377	69.9701734	3.4851674
20.000000	19.3311237	2.8037658	16.9457805	37.1571115	4.5046323
30.000000	11.0705063	1.6056545	28.3461440	25.1390508	5.1346001
50.000000	5.8088470	0.8425090	51.9242915	15.3379487	5.9933617
70.000000	3.7331693	0.5414549	75.9825694	11.0008801	6.5499670
100.000000					
150.000000					
200.000000					
DISTANCIAS CALCULADAS SEGUN LAS PRESIONES DE INTERÉS					
Presión (kPa)	Presión (psi)	Distancia (m)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
137.8940000	20.0000000	6.6701418	3.0622064	99.7882456	2.5999234
103.4205000	15.0000000	7.6419531	3.8923182	88.4784205	2.9550329
68.9470000	10.0000000	9.3584015	5.4905268	74.1406631	3.3676192
34.4735000	5.0000000	13.7794810	10.0640349	52.6017820	3.9775200
27.5788000	4.0000000	15.8175563	12.2866774	46.3417006	4.1712131
20.6841000	3.0000000	19.0986658	15.9340331	38.8236311	4.4377880
13.7894000	2.0000000	25.4354144	23.1065135	29.4913465	4.8688623
6.8947000	1.0000000	43.5968309	44.2813291	17.5166443	5.7630431
3.4473500	0.5000000	74.1075389	80.9068542	10.3847593	6.6462484



**Radios de Afecación  
Eventos 11.3 y 11.4**

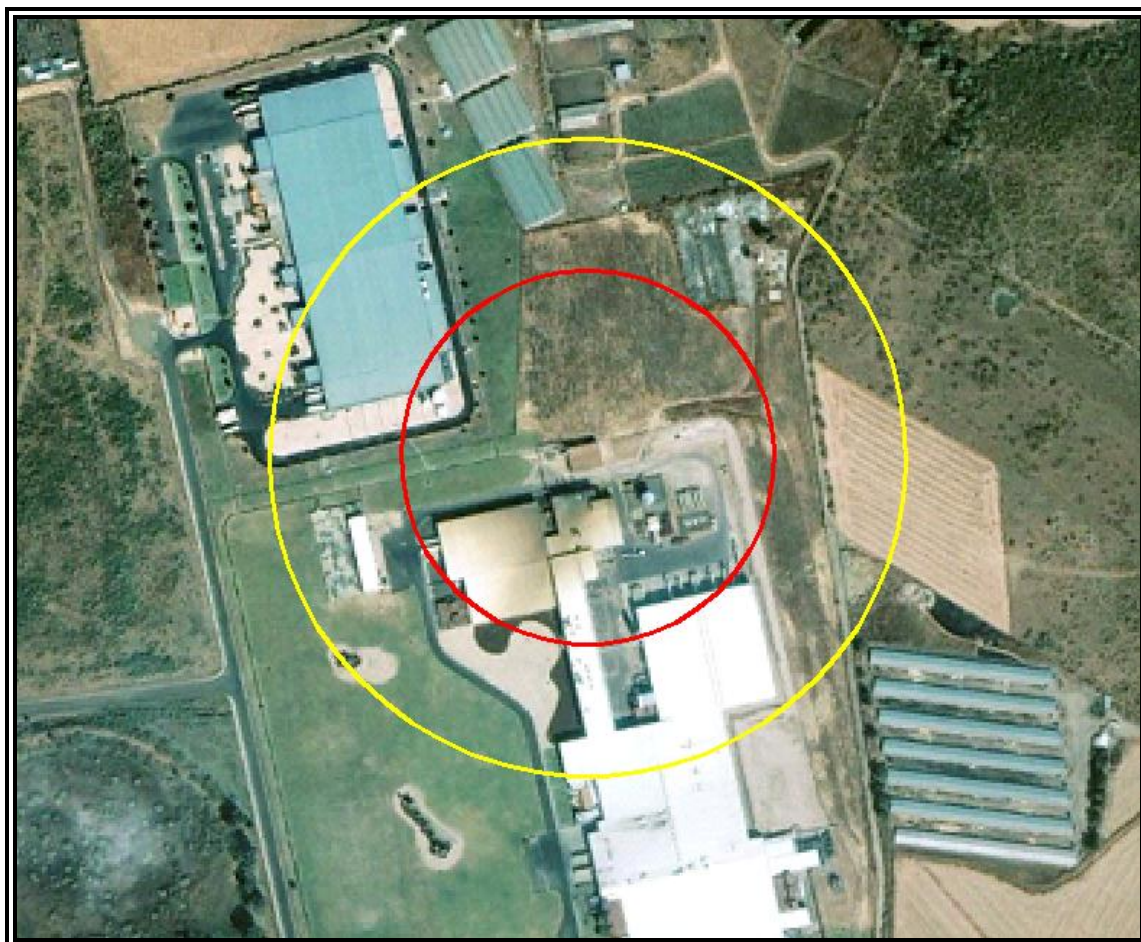
❖ Sobrepresión (Explosión):

**Evento 11.3**

ERM BURLINGTON (Fuga del 100%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afecación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1.0 psi)	127,69
Zona de Amortiguamiento (ZA) (0.5 psi)	216,69

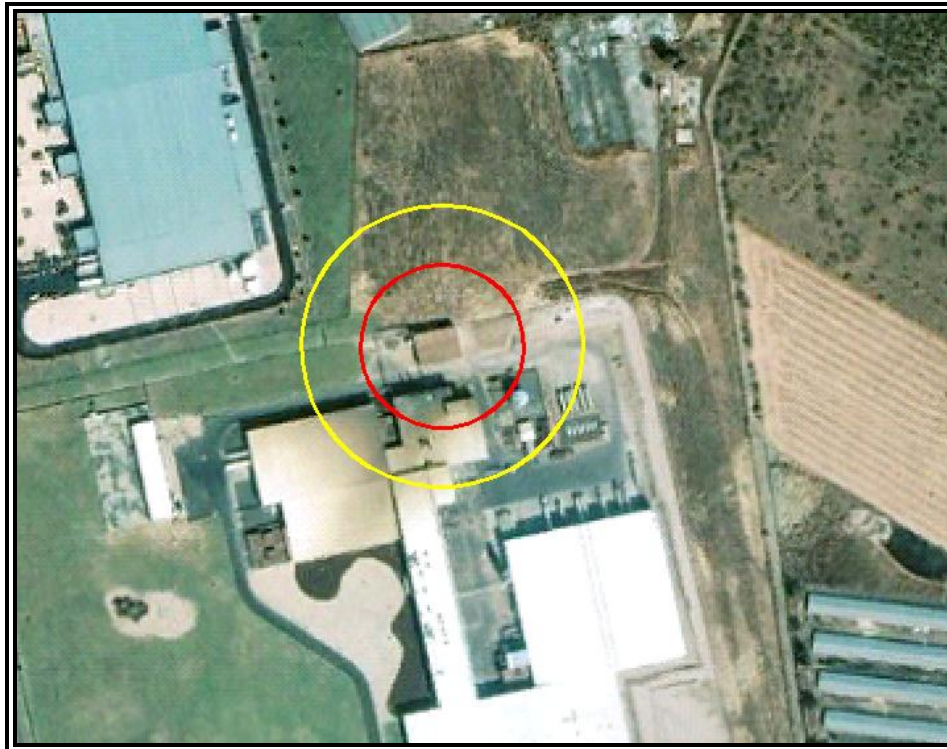
**Evento 11.4**

ERM BURLINGTON (Fuga del 20%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afecación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1.0 psi)	43,59
Zona de Amortiguamiento (ZA) (0.5 psi)	74,10



**Figura VI.3.2.63** Evento 11.3 Explosión no Confinada (Sobrepresión). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1 PSI) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (0,5 PSI) en color amarillo.





**Figura VI.3.2.64** Evento 11.4 Explosión no Confinada (Sobrepresión). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1 PSI) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (0,5 PSI) en color amarillo.

**Radios de Afectación  
Eventos 11.5 y 11.6**

❖ Chorro Horizontal (Isoconcentraciones):

**Evento 11.5**

ERM BURLINGTON (Fuga del 100%)	
Isoconcentraciones	Radios de Afectación (m)
10 000 ppm	64,77
50 000 ppm	9,58
150 000 ppm	2,58

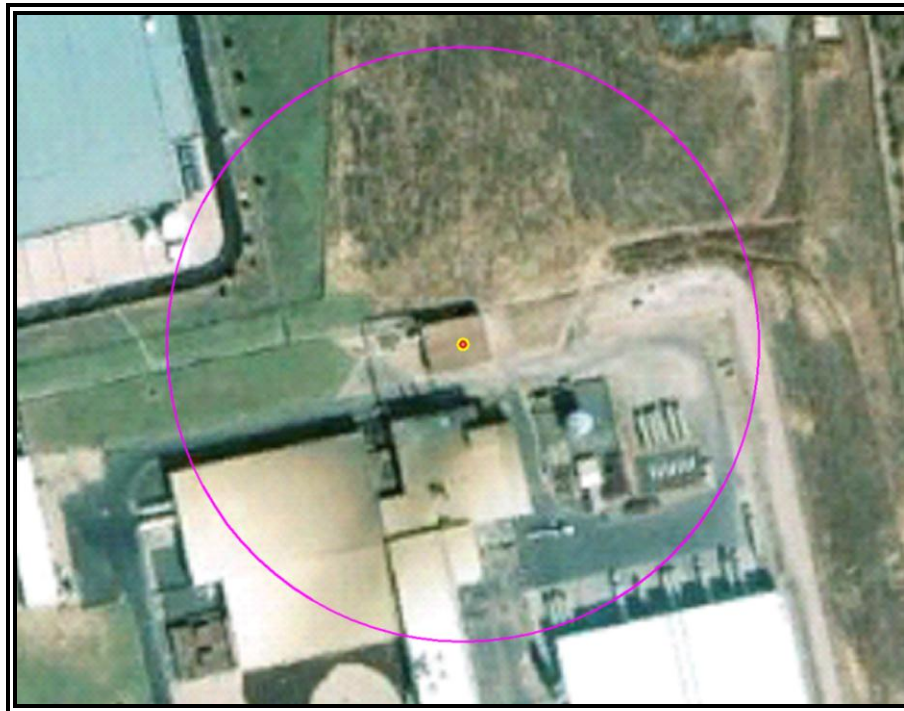
**Evento 11.6**

ERM BURLINGTON (Fuga del 20%)	
Isoconcentraciones	Radios de Afectación (m)
10 000 ppm	98,60
50 000 ppm	2,11
150 000 ppm	1,30



**Figura VI.3.2.65** Evento 11.5. Radios de concentraciones de Gas Natural en partes por millón (ppm).





**Figura VI.3.2.66** Evento 11.6. Radios de concentraciones de Gas Natural en partes por millón (ppm).

**Escenario 12: Estación de Regulación y Medición CONTINENTAL, con una rotura del 100% y 20% del gasoducto de alimentación con diámetro de tres pulgadas (3"Φ).**

Se presenta una fuga de Gas Natural en el gasoducto de 3"Φ de acero al carbón API 5L Grado X42 con un espesor de 0,216" pulgadas, el cual alimenta a la Estación de Regulación y Medición CONTINENTAL, dicha fuga es causada por una rotura en el gasoducto a causa de una sobrepresión en la línea de suministro.

Consideraciones.

- El tiempo máximo de respuesta por parte del personal operativo para mitigar la fuga en la tubería de 3"Φ que alimenta a la ERM CONTINENTAL se considera de 15 minutos, debido a que las instalaciones cuentan con válvula de bloqueo y medidores de presión que emiten señales a través del sistema de control de Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V.. Además de contar con vialidades existentes en la zona, lo que permite un acceso rápido a la instalación.
- El tipo de liberación de la fuga es continuo durante el tiempo que ocurre.
- A 60 segundos, después de haberse generado la fuga, el Gas Natural entra en contacto con una fuente de ignición (chispa), lo cual provoca un JET FIRE.
- El gas inflamable que se escapa por la rotura del gasoducto, forma una atmósfera explosiva la cual alcanza un punto de ignición (chispa) generado por un vehículo al transitar por la zona, a los 60 segundos de concentración de la nube, originando una explosión no confinada.



- El diámetro del orificio es de 76,2 mm para la rotura del 100% y de 15,24 mm para la rotura del 20% de la tubería de 3" API 5L Grado X42 con un espesor de pared de 0,216" pulgadas.

Condiciones ambientales y de operación.

- Temperatura del Gas en la tubería: 25°C,
- Velocidad del viento: 1 m/s,
- Humedad relativa: 60%,
- Presión del gas en la tubería: 21 Kg/cm<sup>2</sup> (2 059,39 KPa)
- Altura de la fuente de emisión: 1 m.

**Evento 12.1. JET FIRE**



**SCRI-FUEGO**

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

**Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)**

TITULO DEL MODELO		
Escenario No.12. Evento 12.1		
DESCRIPCION		
Chorro de fuego ocasionado por una fuga de gas natural ocasionado por la ruptura diametral del 100% del gasoducto de acero de 3" de diámetro que alimenta a la Estación de Regulación y Medición (ERM) CONTINENTAL.		
DATOS DE LA SUSTANCIA		
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50
Subfamilia	()	
Fórmula	CH4	
Estructura	CH4	
PARAMETROS DE ENTRADA		
Peso Molecular		16.04246 kg/kmol
Calor de Combustión		50029.0 kJ/kg
Concentración Estequiométrica		9.5 %
Temperatura de Ebullición		111.66 °K (-161.49 °C)
Humedad relativa		60.00 %
Temperatura ambiente		298.15 °K (25.00 °C)
CARACTERISTICAS DEL FUEGO		
Diámetro del orificio		0.0762 m
Presión en la tubería		2109200.0 Pa
Coefficiente de descarga		0.63
Longitud de la flama		16.176559 m
Tasa de emisión de masa		10.286506 kg/s
Clase de emisión		Flujo Sónico
RADIACION CALCULADA A DISTANCIAS ESPECIFICAS		
Distancia a nivel de piso (m)	Distancia a fuente puntual (m)	Transmisividad
		Radiación (kW/m2)



Evento 12.2. JET FIRE

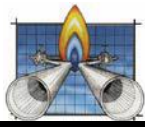


SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)

TITULO DEL MODELO			
Escenario No. 12. Evento 12.2			
DESCRIPCION			
Chorro de fuego ocasionado por una fuga de gas natural ocasionada por la ruptura diametral del 20% del gasoducto de acero de 3" de diámetro que alimenta a la Estación de Regulación y Medición (ERM) CONTINENTAL.			
DATOS DE LA SUSTANCIA			
Nombre	METANO (METHANE)		
No. CAS	74-82-8		
Nombre CAS	METHANE		
Nombre IUPAC	METHANE		
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)		
Subfamilia	()		
Fórmula	CH4		
Estructura	CH4		
Sinónimos	FIRE DAMP MARSH GAS METHYL HYDRIDE REFRIGERANT 50		
PARAMETROS DE ENTRADA			
Peso Molecular	16.04246 kg/kmol		
Calor de Combustión	50029.0 kJ/kg		
Concentración Estequiométrica	9.5 %		
Temperatura de Ebullición	111.66 °K (-161.49 °C)		
Humedad relativa	60.00 %		
Temperatura ambiente	298.15 °K (25.00 °C)		
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO			
Diámetro del orificio	0.01524 m		
Presión en la tubería	2109200.0 Pa		
Coefficiente de descarga	0.63		
Longitud de la flama	3.235312 m		
Tasa de emisión de masa	0.41146 kg/s		
Clase de emisión	Flujo Sónico		
RADIACIÓN CALCULADA A DISTANCIAS ESPECÍFICAS			
Distancia a nivel de piso (m)	Distancia a fuente puntual (m)	Transmisividad	Radiación (kW/m2)



### **Análisis de interacciones del Escenario 12.**

El presente escenario consiste en la formación de un Chorro de Fuego originado por una fuga de Gas Natural en el gasoducto de alimentación a la ERM CONTINENTAL, provocada por la ruptura diametral del 100% y 20% del gasoducto de 3"Φ a causa de una sobrepresión en la línea de suministro, lo cual puede llegar a ser catastrófico para la infraestructura presente en la zona donde se suscita el evento. Por tal efecto, y con fundamento en el análisis de riesgo mediante la metodología de Árbol de Fallas, se utilizó el software Árbol de Fallas (FaultREASE; Arthur D Little. Hazard Prevention Magazine) (Ver Anexo No. 10 Árboles de Falla), para determinar la probabilidad de ocurrencia de un incendio en el gasoducto principal de transporte, involucrando causas probables, tales como: fallas de instrumentos y/o accesorios y del material de construcción, principalmente, de lo anterior, y como resultado final se tiene que la probabilidad de ocurrencia de un escenario como el que se plantea es de  $7 \times 10^{-6}$ , lo cual de acuerdo a la Fuente de información consultada, lo cataloga como improbable.

**Fuente: (1) Modelo de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones. Dinámica Heurística. 2005**

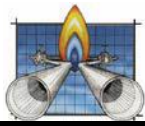
**(2) Loss Prevention in the Process Industries, Frank Pless, second Edition, 1996. Ed. HB Vol. I, II y III. Hazard Identification Assessment and Control**

**(3) Guidelines for Consequence Analysis of Chemical Releases. American Institute of Chemical Engineers (AIChE). 1999.**

**(4) Guideline for Hazard Evaluation Procedures, Second Edition, AIChE 1992.**

**(5) Fault Tree Handbook, U.S. Nuclear Regulatory Commission, 1981.**

A continuación se describen las interacciones que puede llegar a tener una fuga de gas natural que al entrar en contacto con una fuente de ignición se convierte en un Jet Fire (Chorro de Fuego), con la infraestructura presente (unidades médicas, instituciones educativas, viviendas e instalaciones de riesgo), describiendo las consecuencias en caso de presentarse dicho escenario.



**TABLA RESUMEN**

COMPAÑÍA DE AUTOABASTECEDORES DE GAS NATURAL DE MORELOS, S.A. DE C.V.				Escenario 12. AYALA, MORELOS								
% de Ruptura por un impacto.  ERM CONTINENTAL Ayala, Morelos.	Jet Fire  Eventos 12.1 y 12.2		Ver Figura VI.3.2.67 y VI.3.2.68		Explosión no confinada  Eventos 12.3 y 12.4		Ver Figuras VI.3.2.69 y VI.3.2.70		Chorro Horizontal  Eventos 12.5 y 12.6		Ver Figuras VI.3.2.71 y VI.3.2.72	
	Radios de afectación (R.A) (m)		Radiación Térmica (RT) Zonas de Riesgo (ZR)		Radios de Afectación (m)		Sobrepresión y Zonas de Riesgo.		Radios de Afectación (m)		Isoconcentración (ppm)	
Evento al 100%	12.1	33,7	ZAR 5 Kw/m <sup>2</sup>	12.3	105,87	ZAR 1 psi	12.5	376,62	10 000			
		63,53	ZA 1.4 Kw/m <sup>2</sup>		178,87	ZA 0,5 psi		6,65	50 000			
Evento al 20%	12.2	7,00	ZAR	12.4	35,98	ZAR		12.6	72,6	10 000		
		13,5	ZA		61,17	ZA	1,82		50 000			
							1,22		150 000			

Efectos sobre la población y/o infraestructura existentes en la ZA y ZAR	
Jet Fire (Ver Figura VI.3.2.67 y VI.3.2.68)	<p>⌘ <u>Infraestructura presente en la ZAR (36 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 33 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalaciones de la propia empresa CONTINENTAL a 10 m de distancia,</li> </ul> <p>⌘ <u>Empleados y visitantes de la empresa CONTINENTAL que se encuentren dentro de la ZAR (36 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 33 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 13 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo,</li> <li>- A los 40 segundos, presentarán quemaduras de segundo grado, considerando también asfixia por la disminución de Oxígeno y la exposición a los humos generados por el incendio.</li> </ul> <p>⌘ <u>Infraestructura presente en la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 33 hasta 63 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalaciones de la empresa CONTINENTAL a 20 m de distancia.</li> </ul> <p>⌘ <u>Empleados y visitantes de la empresa CONTINENTAL que se encuentren dentro de la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1.4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio a partir de 33 hasta 63 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 115 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo en la piel expuesta,</li> <li>- Después de 663 segundos (11.05 min.), presentarán quemaduras de segundo grado,</li> </ul>
	<p>Explosión no Confinada (Ver Figura VI.3.2.69 y VI.3.2.70)</p> <p>⌘ <u>Infraestructura y habitantes presentes en la ZAR (269,7 psi a 1 psi en un radio de 0 m hasta 105,87 m) y ZA (1 psi a 0,5 psi en un radio a partir de 105,87 m hasta 178,82 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalaciones de la empresa CONTINENTAL a 10 m de distancia,</li> <li>- Empleados y visitante de la empresa CONTINENTAL que se encentren dentro de los radios de la ZAR y ZA en el momento que ocurra la explosión.</li> </ul>
Sobrepresión	Daño esperado





	1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.
	2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.
	3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.
	4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.
	5.0	Postes de madera arrancados
	7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga
	9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.
	10.0	Posible destrucción total de edificios.
Chorro Horizontal (Ver Figura VI.3.2.71 y VI.3.2.72)		Daños en la salud de los habitantes localizados dentro de cualquiera de los radios de afectación, ya que de acuerdo a la <b>OSHA (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional)</b> , el gas natural se considera como un asfixiante simple a cualquier concentración, por lo que no se establecen tiempos máximos permisibles de exposición a dicha sustancia de acuerdo a la NOM-010-STPS-1999.

Por lo anterior, Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V. deberá de:

- Realizar celajes diarios por parte de técnicos capacitados (equipados con Radio con frecuencia controlada y con teléfono celular) y contar con registros de las verificaciones a realizar en cada uno de los recorridos por las instalaciones,
- Contar con un sistema de comunicación directa con oficinas de ELECNOR, para reportar cualquier falla en el suministro de Gas, así como cualquier emergencia que requiera el cierre del Gasoducto operado por ELECNOR. Así mismo mantener comunicación permanente mediante Radio de frecuencia controlada con el personal responsable de la operación del Gasoducto,
- Elaborar y poner en práctica un programa de capacitación dirigido al personal operativo, en relación a los procedimientos establecidos para la ejecución de las actividades de mantenimiento,
- Elaborar y poner en práctica una lista de verificación de tuberías, con el objeto de llevar un control en cuanto a la integridad mecánica de las mismas,
- Las actividades de verificación visual, se deberán realizar diariamente, y al detectar alguna anomalía en la instalación, actuar correctamente con apego a los procedimientos establecidos,
- Instalar letreros y señalamientos alusivos al peligro que representa la instalación, con el objeto de alertar a las personas que transitan por dicha zona.

### Radios de Afectación Eventos 12.1 y 12.2

Incendio (Radiación Térmica):

#### Evento 12.1

ERM CONTINENTAL (Fuga del 100%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m <sup>2</sup> )	33,7
Zona de Amortiguamiento (ZA)	63,53

#### Evento 12.2

ERM CONTINENTAL (Fuga del 20%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m <sup>2</sup> )	7,00
Zona de Amortiguamiento (ZA)	13,5



(1.4 KW/m<sup>2</sup>)

(1.4 KW/m<sup>2</sup>)



**Figura VI.3.2.67** Evento 12.1 Incendio (Radiación Térmica). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m<sup>2</sup>) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m<sup>2</sup>) en color amarillo.



Figura VI.3.2.68 Evento 12.2 Incendio (Radiación Térmica). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m<sup>2</sup>) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m<sup>2</sup>) en color amarillo.

**Evento 12.3. Explosión no Confinada.**



**SCRI-FUEGO**

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas

TITULO DEL MODELO					
Escenario 12. Evento 12.3					
DESCRIPCION					
Explosión no confinada originada por una fuga de gas natural debido a la ruptura diametral del 100% del gasoducto de acero de 3" de diámetro que alimenta a la Estación de Regulación y Medición (ERM) CONTINENTAL.					
DATOS DE LA SUSTANCIA					
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos			
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP			
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS			
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE			
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50			
Subfamilia	()				
Fórmula	CH4				
Estructura	CH4				
PARAMETROS DE ENTRADA					
Peso del material en la nube					617.19036 kg
Factor de Eficiencia Explosiva					0.03
Límite Inferior de Explosividad					5 %
Límite Superior de Explosividad					15 %
Calor de Combustión					50029 kJ/kg
Calor de Combustión del TNT (RMP)					4680 kJ/kg
Masa Equivalente en TNT					197.932157 182308 kg
Distancia mínima de cálculo					0.392794455771917
Distancia máxima de cálculo					233.112436659891
Distancia total del cálculo					232.719642204119
PRESION CALCULADA A DISTANCIAS DE INTERÉS					
Distancia (m)	Presión (kPa)	Presión (psi)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
5.0000000	1859.9572670	269.7662360	0.3553664	213.7529847	1.0251339
10.0000000	403.8765530	58.5378285	1.2735110	155.7773744	2.0508088

SA



Evento 12.4. Explosión no Confinada



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas

TITULO DEL MODELO					
Escenario 12. Evento 12.4					
DESCRIPCION					
Explosión no confinada originada por una fuga de gas natural debido a la ruptura diametral del 20% del gasoducto de acero de 3" de diámetro que alimenta a la estación de Regulación y Medición (ERM) CONTINENTAL.					
DATOS DE LA SUSTANCIA					
Nombre	METANO (METHANE)		Sinónimos		
No. CAS	74-82-8		FIRE DAMP		
Nombre CAS	METHANE		MARSH GAS		
Nombre IUPAC	METHANE		METHYL HYDRIDE		
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)		REFRIGERANT 50		
Subfamilia	()				
Fórmula	CH4				
Estructura	CH4				
PARAMETROS DE ENTRADA					
Peso del material en la nube			24.6876 kg		
Factor de Eficiencia Explosiva			0.03		
Límite Inferior de Explosividad			5 %		
Límite Superior de Explosividad			15 %		
Calor de Combustión			50029 kJ/kg		
Calor de Combustión del TNT (RMP)			4680 kJ/kg		
Masa Equivalente en TNT			7.91728166923077 kg		
Distancia mínima de cálculo			0.13433378815313		
Distancia máxima de cálculo			79.723316411353		
Distancia total del cálculo			79.5889826231998		
PRESION CALCULADA A DISTANCIAS DE INTERÉS					
Distancia (m)	Presión (kPa)	Presión (psi)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
5.0000000	170.2051488	24.6863749	2.5739361	108.8496242	2.3127897
10.0000000	42.9231742	6.2255318	8.2889325	59.0732309	3.7906715
20.0000000	14.7370523	2.1374465	21.7305300	30.9090173	4.7920360



**Radios de Afectación  
Eventos 12.3 y 12.4**

❖ Sobrepresión (Explosión):

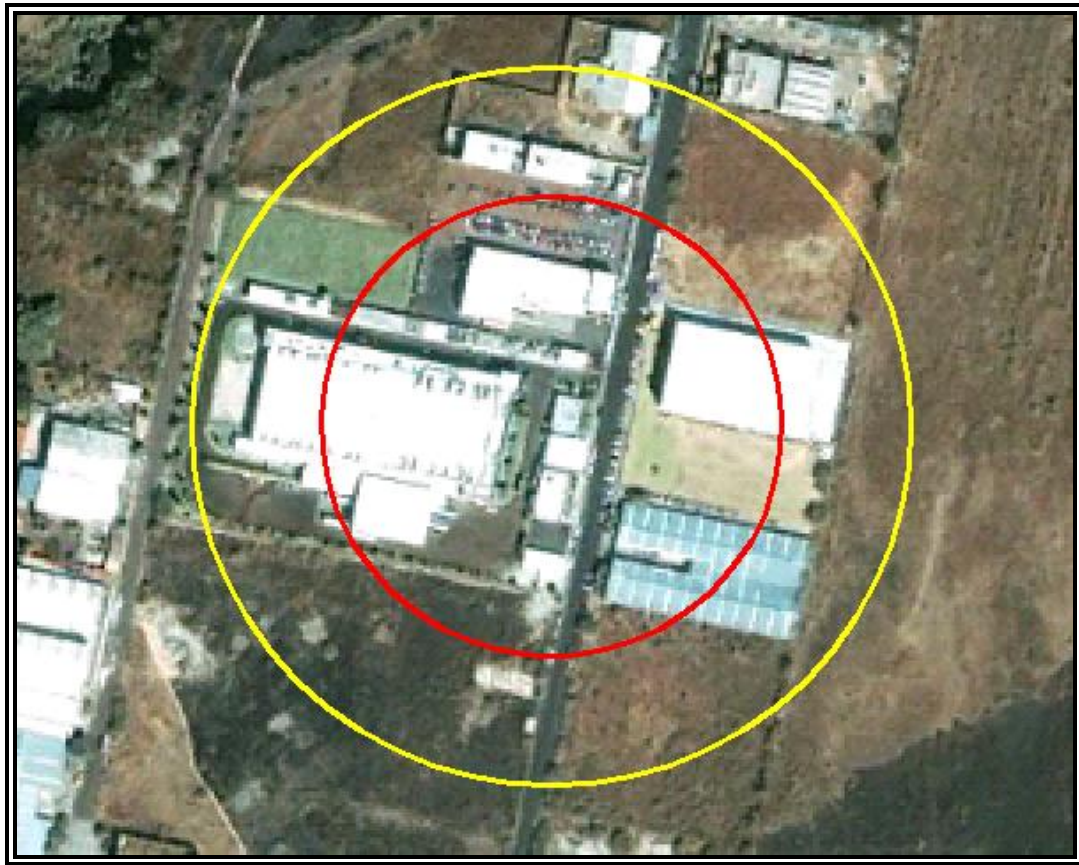
**Evento 12.3**

ERM CONTINENTAL (Fuga del 100%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1.0 psi)	105,87
Zona de Amortiguamiento (ZA) (0.5 psi)	178,87

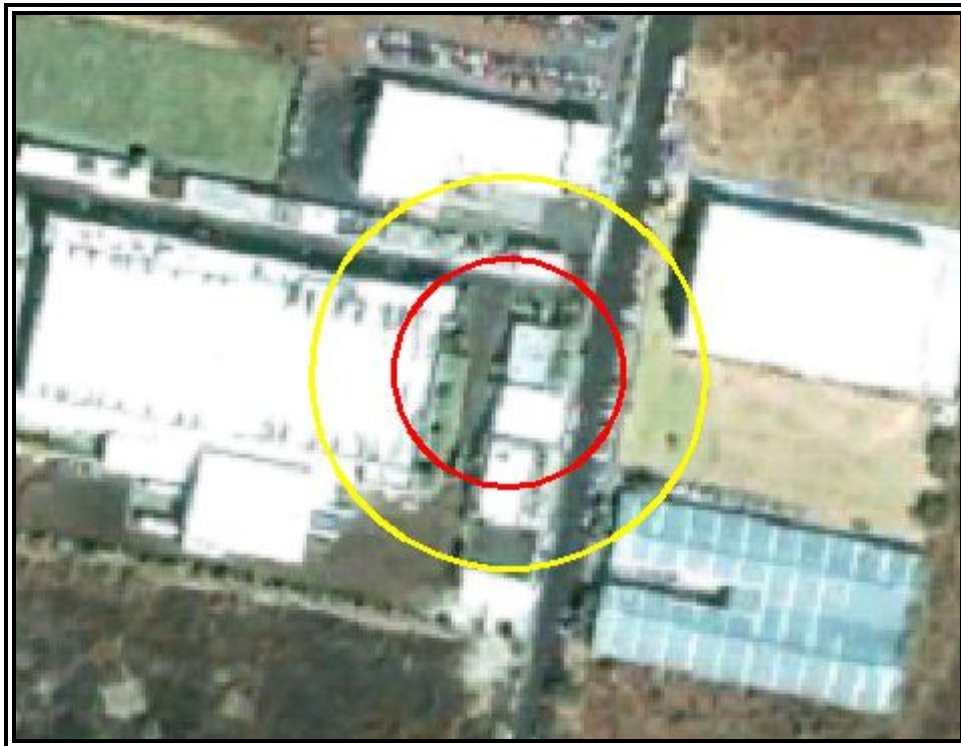
**Evento 12.4**

ERM CONTINENTAL (Fuga del 20%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1.0 psi)	35,98
Zona de Amortiguamiento (ZA) (0.5 psi)	61,17





**Figura VI.3.2.69** Evento 12.3 Explosión no Confinada (Sobrepresión). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1 PSI) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (0,5 PSI) en color amarillo.



**Figura VI.3.2.70** Evento 12.4 Explosión no Confinada (Sobrepresión). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1 PSI) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (0,5 PSI) en color amarillo.

**Radios de Afectación  
Eventos 12.5 y 12.6**

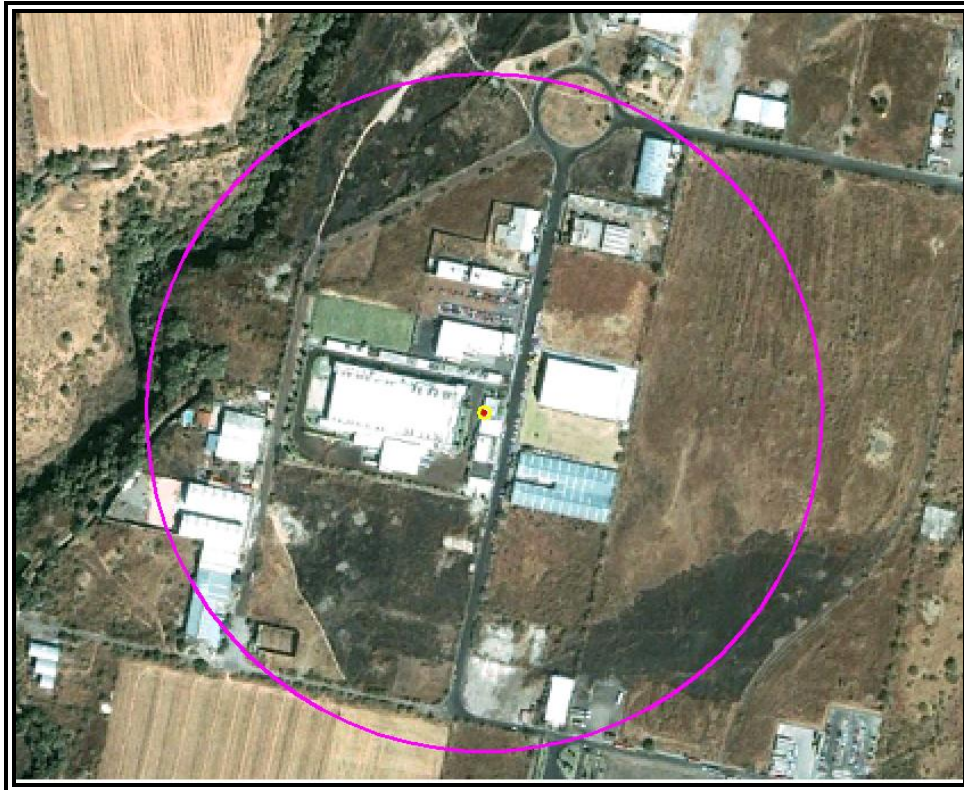
❖ Chorro Horizontal (Isoconcentraciones):

**Evento 12.5**

ERM CONTINENTAL (Fuga del 100%)	
Isoconcentraciones	Radios de Afectación (m)
10 000 ppm	376,62
50 000 ppm	6,65
150 000 ppm	2,17

**Evento 12.6**

ERM CONTINENTAL (Fuga del 20%)	
Isoconcentraciones	Radios de Afectación (m)
10 000 ppm	72,6
50 000 ppm	1,82
150 000 ppm	1,22



**Figura VI.3.2.71** Evento 12.5. Radios de concentraciones de Gas Natural en partes por millón (ppm).





**Figura VI.3.2.72** Evento 12.6. Radios de concentraciones de Gas Natural en partes por millón (ppm).



**Escenario 13: Estación de Regulación y Medición UQUIFA, con una rotura del 100% y 20% del gasoducto de alimentación con diámetro de tres pulgadas (3"Φ).**

Se presenta una fuga de Gas Natural en el gasoducto de 3"Φ de acero al carbón API 5L Grado X42 con un espesor de 0,216" pulgadas, el cual alimenta a la Estación de Regulación y Medición UQUIFA, dicha fuga es causada por una rotura en el gasoducto a causa de una sobrepresión en la línea de suministro.

Consideraciones.

- El tiempo máximo de respuesta por parte del personal operativo para mitigar la fuga en la tubería de 3"Φ que alimenta a la ERM UQUIFA se considera de 15 minutos, debido a que las instalaciones cuentan con válvula de bloqueo y medidores de presión que emiten señales a través del sistema de control de Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V.. Además de contar con vialidades existentes en la zona, lo que permite un acceso rápido a la instalación.
- El tipo de liberación de la fuga es continuo durante el tiempo que ocurre.
- A 60 segundos, después de haberse generado la fuga, el Gas Natural entra en contacto con una fuente de ignición (chispa), lo cual provoca un JET FIRE.
- El gas inflamable que se escapa por la rotura del gasoducto, forma una atmósfera explosiva la cual alcanza un punto de ignición (chispa) generado por un vehículo al transitar por la zona, a los 60 segundos de concentración de la nube, originando una explosión no confinada.
- El diámetro del orificio es de 76,2 mm para la rotura del 100% y de 15,24 mm para la rotura del 20% de la tubería de 3" API 5L Grado X42 con un espesor de pared de 0,216" pulgadas.

Condiciones ambientales y de operación.

- Temperatura del Gas en la tubería: 25°C,
- Velocidad del viento: 1 m/s,
- Humedad relativa: 60%,
- Presión del gas en la tubería: 21 Kg/cm<sup>2</sup> (2 059,39 KPa)
- Altura de la fuente de emisión: 1 m.





Evento 13.1. JET FIRE



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)

TITULO DEL MODELO			
Escenario No.13. Evento 13.1			
DESCRIPCION			
Chorro de fuego ocasionado por una fuga de gas natural ocasionada por la ruptura diametral del 100% del gasoducto de acero de 3" de diámetro que alimenta a la Estación de Regulación y Medición (ERM) UQUIFA.			
DATOS DE LA SUSTANCIA			
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos	
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP	
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS	
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE	
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50	
Subfamilia	()		
Fórmula	CH4		
Estructura	CH4		
PARAMETROS DE ENTRADA			
Peso Molecular		16.04246 kg/kmol	
Calor de Combustión		50029.0 kJ/kg	
Concentración Estequiométrica		9.5 %	
Temperatura de Ebullición		111.66 °K (-161.49 °C)	
Humedad relativa		60.00 %	
Temperatura ambiente		298.15 °K (25.00 °C)	
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO			
Diámetro del orificio		0.0762 m	
Presión en la tubería		2109200.0 Pa	
Coefficiente de descarga		0.63	
Longitud de la flama		16.176559 m	
Tasa de emisión de masa		10.286506 kg/s	
Clase de emisión		Flujo Sónico	
RADIACIÓN CALCULADA A DISTANCIAS ESPECÍFICAS			
Distancia a nivel de piso (m)	Distancia a fuente puntual (m)	Transmisividad	Radiación (kW/m <sup>2</sup> )
10.000	13.513	0.81	36.3116
25.000	26.601	0.76	8.8162
50.000	50.819	0.72	2.2788
60.000	60.684	0.71	1.5728
70.000	70.588	0.70	1.1467
80.000	80.515	0.69	0.8710
90.000	90.458	0.68	0.6829
100.000	100.412	0.68	0.5490
150.000	150.275	0.65	0.2364
200.000	200.206	0.64	0.1298
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECÍFICOS			
Radiación (kW/m <sup>2</sup> )	Distancia (m)	Dosis (W/m <sup>2</sup> ) <sup>4/3</sup> tiempo de exposición= 60.00s	Dosis (W/m <sup>2</sup> ) <sup>4/3</sup> tiempo de duración= 840.00 s
1.4000 E+00	6.3536 E+01	9.3970 E+05	1.3156 E+07
3.0000 E+00	4.3632 E+01	2.5960 E+06	3.6345 E+07
5.0000 E+00	3.3700 E+01	5.1299 E+06	7.1819 E+07
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE DOSIS DE RADIACIÓN ESPECÍFICAS			
Dosis (W/m <sup>2</sup> ) <sup>3/4</sup>	Distancia (m)		
9.3970 E+05	1.6523 E+02		
2.5960 E+06	1.1455 E+02		
5.1299 E+06	8.9532 E+01		



Evento 13.2. JET FIRE



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)

TITULO DEL MODELO			
Escenario No. 13. Evento 13.2			
DESCRIPCION			
Chorro de fuego ocasionado por una fuga de gas natural ocasionada por la ruptura diametral del 20% del gasoducto de acero de 3" de diámetro que alimenta a la Estación de Regulación y Medición (ERM) UQUIFA.			
DATOS DE LA SUSTANCIA			
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos	
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP	
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS	
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE	
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50	
Subfamilia	()		
Fórmula	CH4		
Estructura	CH4		
PARAMETROS DE ENTRADA			
Peso Molecular		16.04246 kg/kmol	
Calor de Combustión		50029.0 kJ/kg	
Concentración Estequiométrica		9.5 %	
Temperatura de Ebullición		111.66 °K (-161.49 °C)	
Humedad relativa		60.00 %	
Temperatura ambiente		298.15 °K (25.00 °C)	
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO			
Diámetro del orificio		0.01524 m	
Presión en la tubería		2109200.0 Pa	
Coefficiente de descarga		0.63	
Longitud de la flama		3.235312 m	
Tasa de emisión de masa		0.41146 kg/s	
Clase de emisión		Flujo Sónico	
RADIACIÓN CALCULADA A DISTANCIAS ESPECÍFICAS			
Distancia a nivel de piso (m)	Distancia a fuente puntual (m)	Transmisividad	Radiación (kW/m <sup>2</sup> )
10.000	10.337	0.83	2.5427
25.000	25.137	0.77	0.3969
50.000	50.068	0.72	0.0940
60.000	60.057	0.71	0.0643
70.000	70.049	0.70	0.0466
80.000	80.043	0.69	0.0353
90.000	90.038	0.68	0.0276
100.000	100.034	0.68	0.0221
150.000	150.023	0.65	0.0095
200.000	200.017	0.64	0.0052
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECÍFICOS			
Radiación (kW/m <sup>2</sup> )	Distancia (m)	Dosis (W/m <sup>2</sup> ) <sup>4/3</sup> tiempo de exposición= 60.00s	Dosis (W/m <sup>2</sup> ) <sup>4/3</sup> tiempo de duración= 840.00 s
1.4000 E+00	1.3504 E+01	9.3970 E+05	1.3156 E+07
3.0000 E+00	9.1865 E+00	2.5960 E+06	3.6345 E+07
5.0000 E+00	7.0078 E+00	5.1299 E+06	7.1819 E+07
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE DOSIS DE RADIACIÓN ESPECÍFICAS			
Dosis (W/m <sup>2</sup> ) <sup>3/4</sup>		Distancia (m)	
9.3970 E+05		3.5369 E+01	
2.5960 E+06		2.4488 E+01	
5.1299 E+06		1.9109 E+01	



### Análisis de interacciones del Escenario 13.

El presente escenario consiste en la formación de un Chorro de Fuego originado por una fuga de Gas Natural en el gasoducto de alimentación a la ERM UQUIFA, provocada por la ruptura diametral del 100% y 20% del gasoducto de 3"Φ a causa de una sobrepresión en la línea de suministro, lo cual puede llegar a ser catastrófico para la infraestructura presente en la zona donde se suscita el evento. Por tal efecto, y con fundamento en el análisis de riesgo mediante la metodología de Árbol de Fallas, se utilizó el software Árbol de Fallas (FaultREASE; Arthur D Little. Hazard Prevention Magazine) (Ver Anexo No. 10 Árboles de Falla), para determinar la probabilidad de ocurrencia de un incendio en el gasoducto principal de transporte, involucrando causas probables, tales como: fallas de instrumentos y/o accesorios y del material de construcción, principalmente, de lo anterior, y como resultado final se tiene que la probabilidad de ocurrencia de un escenario como el que se plantea es de  $7 \times 10^{-6}$ , lo cual de acuerdo a la Fuente de información consultada, lo cataloga como improbable.

- Fuente: (1) Modelo de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones. Dinámica Heurística. 2005  
 (2) Loss Prevention in the Process Industries, Frank P less, second Edition, 1996. Ed. HB Vol. I, II y III. Hazard Identification Assessment and Control  
 (3) Guidelines for Consequence Analysis of Chemical Releases. American Institute of Chemical Engineers (AIChE). 1999.  
 (4) Guideline for Hazard Evaluation Procedures, Second Edition, AIChE 1992.  
 (5) Fault Tree Handbook, U.S. Nuclear Regulatory Commission, 1981.

A continuación se describen las interacciones que puede llegar a tener una fuga de gas natural que al entrar en contacto con una fuente de ignición se convierte en un Jet Fire (Chorro de Fuego), con la infraestructura presente (unidades médicas, instituciones educativas, viviendas e instalaciones de riesgo), describiendo las consecuencias en caso de presentarse dicho escenario.

**TABLA RESUMEN**

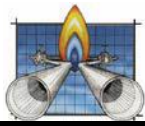
COMPAÑÍA DE AUTOABASTECEDORES DE GAS NATURAL DE MORELOS, S.A. DE C.V.				Escenario 13. JIUTEPEC, MORELOS								
% de Ruptura por un impacto.	Jet Fire		Ver Figura VI.3.2.73 y VI.3.2.74		Explosión no confinada		Ver Figuras VI.3.2.75 y VI.3.2.76		Chorro Horizontal		Ver Figuras VI.3.2.77 y VI.3.2.78	
	Eventos 13.1 y 13.2		Eventos 13.3 y 13.4		Eventos 13.3 y 13.4		Eventos 13.5 y 13.6		Eventos 13.5 y 13.6		Eventos 13.5 y 13.6	
ERM UQUIFA	Radios de afectación (R.A) (m)		Radiación Térmica (RT) Zonas de Riesgo (ZR)		Radios de Afectación (m)		Sobrepresión y Zonas de Riesgo.		Radios de Afectación (m)		Isoconcentración (ppm)	
Jiutepec, Morelos.												
Evento al 100%	13.1	33,7	ZAR	13.3	105,87	ZAR	13.5	376,62	13.5	10 000		
		63,53	ZA		178,87	0,5 psi		6,65		50 000		
			1.4 Kw/m <sup>2</sup>					2,17		150 000		
Evento al 20%	13.2	7,00	ZAR	13.4	35,98	ZAR	13.6	72,6	13.6	10 000		
										1,82	50 000	
		13,5	ZA		61,17	ZA				1,22		150 000



Efectos sobre la población y/o infraestructura existentes en la ZA y ZAR																			
Jet Fire (Ver Figura VI.3.2.73 y VI.3.2.74)	<p>⌘ <u>Infraestructura presente en la ZAR (36 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 33 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Parte frontal de la empresa UQUIFA a 30 m de distancia,</li> </ul>																		
	<p>⌘ <u>Empleados y visitantes de la empresa UQUIFA que se encuentren dentro de la ZAR (36 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 33 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 13 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo,</li> <li>- A los 40 segundos, presentarán quemaduras de segundo grado, considerando también asfixia por la disminución de Oxígeno y la exposición a los humos generados por el incendio.</li> </ul>																		
	<p>⌘ <u>Infraestructura presente en la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 33 hasta 63 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalaciones de la empresa UQUIFA a 50 m de distancia.</li> </ul>																		
	<p>⌘ <u>Empleados y visitantes de la empresa UQUIFA que se encuentren dentro de la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1.4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio a partir de 33 hasta 63 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 115 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo en la piel expuesta,</li> <li>- Después de 663 segundos (11.05 min.), presentarán quemaduras de segundo grado,</li> </ul>																		
Explosión no Confinada (Ver Figura VI.3.2.75 y VI.3.2.76)	<p>⌘ <u>Infraestructura y habitantes presentes en la ZAR (269,7 psi a 1 psi en un radio de 0 m hasta 105,87 m) y ZA (1 psi a 0,5 psi en un radio a partir de 105,87 m hasta 178,82 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalaciones de la empresa UQUIFA a 50 m de distancia,</li> <li>- Instalaciones de la empresa Givadan ubicada a 102 m de distancia,</li> <li>- Instalaciones de la empresa UNILEVER a 98 m de distancia,</li> <li>- Vehículos que transiten por la Av. Eje Norte Sur en el momento que ocurra la explosión,</li> <li>- Empleados y visitante de la empresa UQUIFA que se encentren dentro de los radios de la ZAR y ZA en el momento que ocurra la explosión.</li> </ul>																		
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Sobrepresión</th> <th>Daño esperado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.0</td> <td>Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.</td> </tr> <tr> <td>2.0</td> <td>Colapso parcial de muros y techos de casas.</td> </tr> <tr> <td>3.0</td> <td>Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.</td> </tr> <tr> <td>4.0</td> <td>Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.</td> </tr> <tr> <td>5.0</td> <td>Postes de madera arrancados</td> </tr> <tr> <td>7.0</td> <td>Volcadura de carros de ferrocarril con carga</td> </tr> <tr> <td>9.0</td> <td>Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.</td> </tr> <tr> <td>10.0</td> <td>Posible destrucción total de edificios.</td> </tr> </tbody> </table>	Sobrepresión	Daño esperado	1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.	2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.	3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.	4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.	5.0	Postes de madera arrancados	7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga	9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.	10.0	Posible destrucción total de edificios.
	Sobrepresión	Daño esperado																	
	1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.																	
	2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.																	
	3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.																	
	4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.																	
	5.0	Postes de madera arrancados																	
	7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga																	
9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.																		
10.0	Posible destrucción total de edificios.																		
Chorro Horizontal (Ver Figura VI.3.2.77 y VI.3.2.78)	<p>Daños en la salud de los habitantes localizados dentro de cualquiera de los radios de afectación, ya que de acuerdo a la <b>OSHA (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional)</b>, el gas natural se considera como un asfixiante simple a cualquier concentración, por lo que no se establecen tiempos máximos permisibles de exposición a dicha sustancia de acuerdo a la NOM-010-STPS-1999.</p>																		

Por lo anterior, Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V. deberá de:

- Realizar celajes diarios por parte de técnicos capacitados (equipados con Radio con frecuencia controlada y con teléfono celular) y contar con registros de las verificaciones a realizar en cada uno de los recorridos por las instalaciones,



- Contar con un sistema de comunicación directa con oficinas de ELECENOR, para reportar cualquier falla en el suministro de Gas, así como cualquier emergencia que requiera el cierre del Gasoducto operado por ELECENOR. Así mismo mantener comunicación permanente mediante Radio de frecuencia controlada con el personal responsable de la operación del Gasoducto,
- Elaborar y poner en práctica un programa de capacitación dirigido al personal operativo, en relación a los procedimientos establecidos para la ejecución de las actividades de mantenimiento,
- Elaborar y poner en práctica una lista de verificación de tuberías, con el objeto de llevar un control en cuanto a la integridad mecánica de las mismas,
- Las actividades de verificación visual, se deberán realizar diariamente, y al detectar alguna anomalía en la instalación, actuar correctamente con apego a los procedimientos establecidos,
- Instalar letreros y señalamientos alusivos al peligro que representa la instalación, con el objeto de alertar a las personas que transitan por dicha zona.

**Radios de Afectación  
Eventos 13.1 y 13.2**

Incendio (Radiación Térmica):

**Evento 13.1**

ERM UQUIFA (Fuga del 100%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m <sup>2</sup> )	33,7
Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m <sup>2</sup> )	63,53

**Evento13.2**

ERM UQUIFA (Fuga del 20%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m <sup>2</sup> )	7,00
Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m <sup>2</sup> )	13,5





**Figura VI.3.2.73** Evento 13.1 Incendio (Radiación Térmica). Zona de Alto Riesgo (ZAR) ( $5 \text{ KW/m}^2$ ) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) ( $1.4 \text{ KW/m}^2$ ) en color amarillo.





**Figura VI.3.2.74** Evento 13.2 Incendio (Radiación Térmica). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m<sup>2</sup>) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m<sup>2</sup>) en color amarillo.

**Evento 13.3. Explosión no Confinada.**



**SCRI-FUEGO**

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

**Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas**

TITULO DEL MODELO					
Escenario 13. Evento 13.3					
DESCRIPCION					
Explosión no confinada originada por una fuga de gas natural debido a la ruptura diametral del 100% del gasoducto de acero de 3" de diámetro en la Estación de Regulación y Medición (ERM) UQUIFA.					
DATOS DE LA SUSTANCIA					
Nombre	METANO (METHANE)			Sinónimos	
No. CAS	74-82-8			FIRE DAMP	
Nombre CAS	METHANE			MARSH GAS	
Nombre IUPAC	METHANE			METHYL HYDRIDE	
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)			REFRIGERANT 50	
Subfamilia	()				
Fórmula	CH4				
Estructura	CH4				
PARAMETROS DE ENTRADA					
Peso del material en la nube				617.19036 kg	
Factor de Eficiencia Explosiva				0.03	
Límite Inferior de Explosividad				5 %	
Límite Superior de Explosividad				15 %	
Calor de Combustión				50029 kJ/kg	
Calor de Combustión del TNT (RMP)				4680 kJ/kg	
Masa Equivalente en TNT				197.932157 182308 kg	
Distancia mínima de cálculo				0.392794455771917	
Distancia máxima de cálculo				233.112436659891	
Distancia total del cálculo				232.719642204119	
PRESION CALCULADA A DISTANCIAS DE INTERÉS					
Distancia (m)	Presión (kPa)	Presión (psi)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
5.0000000	1859.9572670	269.7662360	0.3553664	213.7529847	1.0251339
10.0000000	403.8765539	58.5778285	1.2735110	155.7773741	2.0598968
20.0000000	87.6576799	12.7137772	4.4745915	82.4356333	3.1303966
30.0000000	41.0531283	5.9543023	8.6207916	57.7335773	3.8286966
50.0000000	18.3724521	2.6647210	17.7505363	35.9316875	4.5561366
70.0000000	11.5727601	1.6785009	27.1943149	25.9767834	5.0791467
100.0000000	7.3477580	1.0657111	41.7115955	18.4013955	5.6767737
150.0000000	4.3879842	0.6364286	66.5329097	12.3909368	6.3529396
200.0000000	2.9385077	0.4261980	91.3430718	9.2670818	6.8428968
DISTANCIAS CALCULADAS SEGUN LAS PRESIONES DE INTERÉS					
Presión (kPa)	Presión (psi)	Distancia (m)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
137.8940000	20.0000000	16.0998768	3.0622064	99.7882456	2.5999234
103.4205000	15.0000000	18.4455604	3.8923182	88.4784205	2.9550329
68.9470000	10.0000000	22.5885919	5.4905268	74.1406631	3.3676192
34.4735000	5.0000000	33.2598547	10.0640349	52.6017820	3.9775200
27.5788000	4.0000000	38.1792044	12.2866774	46.3417006	4.1712131
20.6841000	3.0000000	46.0988949	15.9340331	38.8236311	4.4377880
13.7894000	2.0000000	61.3940530	23.1065135	29.4913465	4.8688623
6.8947000	1.0000000	105.2306873	44.2813291	17.5166443	5.7630431
3.4473500	0.5000000	178.8750948	80.9068542	10.3847593	6.6462484



### Evento 13.4. Explosión no Confinada



#### SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

#### Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas

TITULO DEL MODELO					
Escenario 13. Evento 13.4					
DESCRIPCION					
Explosión no confinada originada por una fuga de gas natural debido a la ruptura diametral del 20% del gasoducto de acero de 3" de diámetro que alimenta a la Estación de Regulación y Medición (ERM) UQUIFA.					
DATOS DE LA SUSTANCIA					
Nombre	METANO (METHANE)		Sinónimos		
No. CAS	74-82-8		FIRE DAMP		
Nombre CAS	METHANE		MARSH GAS		
Nombre IUPAC	METHANE		METHYL HYDRIDE		
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)		REFRIGERANT 50		
Subfamilia	()				
Fórmula	CH4				
Estructura	CH4				
PARAMETROS DE ENTRADA					
Peso del material en la nube			24.6876 kg		
Factor de Eficiencia Explosiva			0.03		
Límite Inferior de Explosividad			5 %		
Límite Superior de Explosividad			15 %		
Calor de Combustión			50029 kJ/kg		
Calor de Combustión del TNT (RMP)			4680 kJ/kg		
Masa Equivalente en TNT			7.91728166923077 kg		
Distancia mínima de cálculo			0.13433378815313		
Distancia máxima de cálculo			79.723316411353		
Distancia total del cálculo			79.5889826231998		
PRESION CALCULADA A DISTANCIAS DE INTERÉS					
Distancia (m)	Presión (kPa)	Presión (psi)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
5.0000000	170.2051488	24.6863749	2.5739361	108.8496242	2.3127897
10.0000000	42.9231742	6.2255318	8.2889325	59.0732309	3.7906715
20.0000000	14.7370523	2.1374465	21.7305390	30.9090173	4.7929360
30.0000000	8.6586479	1.2558411	35.7210491	20.8837546	5.4549176
50.0000000	4.5396362	0.6584240	64.6369095	12.7099132	6.3107326
70.0000000	2.8420862	0.4122132	93.6448186	9.0497761	6.8856926
100.0000000					
150.0000000					
200.0000000					
DISTANCIAS CALCULADAS SEGÚN LAS PRESIONES DE INTERÉS					
Presión (kPa)	Presión (psi)	Distancia (m)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
137.8940000	20.0000000	5.5060793	3.0622064	99.7882456	2.5999234
103.4205000	15.0000000	6.3082917	3.8923182	88.4784205	2.9550329
68.9470000	10.0000000	7.7251883	5.4905268	74.1406631	3.3676192
34.4735000	5.0000000	11.3747081	10.0640349	52.6017820	3.9775200
27.5788000	4.0000000	13.0571017	12.2866774	46.3417006	4.1712131
20.6841000	3.0000000	15.7655972	15.9340331	38.8236311	4.4377880
13.7894000	2.0000000	20.9964667	23.1065135	29.4913465	4.8688623
6.8947000	1.0000000	35.9883818	44.2813291	17.5166443	5.7630431
3.4473500	0.5000000	61.1744100	80.9068542	10.3847593	6.6462484





### Radios de Afectación Eventos 13.3 y 13.4

❖ Sobrepresión (Explosión):

#### Evento 13.3

ERM UQUIFA (Fuga del 100%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1.0 psi)	105,87
Zona de Amortiguamiento (ZA) (0.5 psi)	178,87

#### Evento 13.4

ERM UQUIFA (Fuga del 20%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1.0 psi)	35,98
Zona de Amortiguamiento (ZA) (0.5 psi)	61,17



**Figura VI.3.2.75** Evento 13.3 Explosión no Confinada (Sobrepresión). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1 PSI) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (0,5 PSI) en color amarillo.



**Figura VI.3.2.76** Evento 13.4 Explosión no Confinada (Sobrepresión). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1 PSI) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (0,5 PSI) en color amarillo.

**Radios de Afectación  
Eventos 13.5 y 13.6**

❖ Chorro Horizontal (Isoconcentraciones):

**Evento 13.5**

ERM UQUIFA (Fuga del 100%)	
Isoconcentraciones	Radios de Afectación (m)
10 000 ppm	376,62
50 000 ppm	6,65
150 000 ppm	2,17

**Evento 13.6**

ERM UQUIFA (Fuga del 20%)	
Isoconcentraciones	Radios de Afectación (m)
10 000 ppm	72,6
50 000 ppm	1,82
150 000 ppm	1,22





**Figura VI.3.2.77** Evento 13.5. Radios de concentraciones de Gas Natural en partes por millón (ppm).



**Figura VI.3.2.78** Evento 13.6. Radios de concentraciones de Gas Natural en partes por millón (ppm).



**Escenario 14: Estación de Regulación y Medición BAXTER, con una rotura del 100% y 20% del gasoducto de alimentación con diámetro de cuatro pulgadas (4"Φ).**

Se presenta una fuga de Gas Natural en el gasoducto de 4"Φ de polietileno HDPE 3408 SDR11, el cual alimenta a la Estación de Regulación y Medición BAXTER, dicha fuga es causada por una rotura en el gasoducto a causa de una sobrepresión en la línea de suministro.

Consideraciones.

- El tiempo máximo de respuesta por parte del personal operativo para mitigar la fuga en la tubería de 4"Φ que alimenta a la ERM BAXTER se considera de 15 minutos, debido a que las instalaciones cuentan con válvula de bloqueo y medidores de presión que emiten señales a través del sistema de control de Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V.. Además de contar con vialidades existentes en la zona, lo que permite un acceso rápido a la instalación.
- El tipo de liberación de la fuga es continuo durante el tiempo que ocurre.
- A 60 segundos, después de haberse generado la fuga, el Gas Natural entra en contacto con una fuente de ignición (chispa), lo cual provoca un JET FIRE.
- El gas inflamable que se escapa por la rotura del gasoducto, forma una atmósfera explosiva la cual alcanza un punto de ignición (chispa) generado por un vehículo al transitar por la zona, a los 60 segundos de concentración de la nube, originando una explosión no confinada.
- El diámetro del orificio es de 101,6 mm para la rotura del 100% y de 20,32 mm para la rotura del 20% de la tubería de 4" HDPE 3408 SDR11.

Condiciones ambientales y de operación.

- Temperatura del Gas en la tubería: 25°C,
- Velocidad del viento: 1 m/s,
- Humedad relativa: 60%,
- Presión del gas en la tubería: 7,5 Kg/cm<sup>2</sup> (735,498 KPa)
- Altura de la fuente de emisión: 1 m.



Evento 14.1. JET FIRE



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)

TITULO DEL MODELO			
Escenario No.14. Evento 14.1			
DESCRIPCION			
Chorro de fuego ocasionado por una fuga de gas natural ocasionada por la ruptura diametral del 100% del gasoducto de polietileno de 4" de diámetro que alimenta a la Estación de Regulación y Medición (ERM) BAXTER.			
DATOS DE LA SUSTANCIA			
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos	
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP	
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS	
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE	
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50	
Subfamilia	()		
Fórmula	CH4		
Estructura	CH4		
PARAMETROS DE ENTRADA			
Peso Molecular	16.04246 kg/kmol		
Calor de Combustión	50029.0 kJ/kg		
Concentración Estequiométrica	9.5 %		
Temperatura de Ebullición	111.66 °K (-161.49 °C)		
Humedad relativa	60.00 %		
Temperatura ambiente	298.15 °K (25.00 °C)		
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO			
Diámetro del orificio	0.1016 m		
Presión en la tubería	735498.9 Pa		
Coefficiente de descarga	0.63		
Longitud de la flama	21.568745 m		
Tasa de emisión de masa	6.3769 kg /s		
Clase de emisión	Flujo Sónico		
RADIACIÓN CALCULADA A DISTANCIAS ESPECÍFICAS			
Distancia a nivel de piso (m)	Distancia a fuente puntual (m)	Transmisividad	Radiación (kW/m <sup>2</sup> )
10.000	15.455	0.80	17.0007
25.000	27.638	0.76	5.0453
50.000	51.370	0.72	1.3812
60.000	61.146	0.71	0.9597
70.000	70.985	0.70	0.7026
80.000	80.863	0.69	0.5351
90.000	90.768	0.68	0.4203
100.000	100.692	0.68	0.3384
150.000	150.462	0.65	0.1462
200.000	200.347	0.64	0.0803
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECÍFICOS			
Radiación (kW/m <sup>2</sup> )	Distancia (m)	Dosis (W/m <sup>2</sup> ) <sup>4/3</sup> tiempo de exposición= 60.00s	Dosis (W/m <sup>2</sup> ) <sup>4/3</sup> tiempo de duración= 840.00 s
1.4000 E+00	4.9678 E+01	9.3970 E+05	1.3156 E+07
3.0000 E+00	3.3438 E+01	2.5960 E+06	3.6345 E+07
5.0000 E+00	2.5141 E+01	5.1299 E+06	7.1819 E+07
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE DOSIS DE RADIACIÓN ESPECÍFICAS			
Dosis (W/m <sup>2</sup> ) <sup>3/4</sup>	Distancia (m)		
9.3970 E+05	1.3111 E+02		
2.5960 E+06	9.0647 E+01		
5.1299 E+06	7.0611 E+01		



Evento 14.2. JET FIRE



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)

TITULO DEL MODELO			
Escenario No. 14. Evento 14.2			
DESCRIPCION			
Chorro de fuego ocasionado por una fuga de gas natural ocasionada por la ruptura diametral del 20% del gasoducto de polietileno de 4" de diámetro que alimenta a la Estación de Regulación y Medición (ERM) BAXTER.			
DATOS DE LA SUSTANCIA			
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos	
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP	
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS	
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE	
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50	
Subfamilia	()		
Fórmula	CH4		
Estructura	CH4		
PARAMETROS DE ENTRADA			
Peso Molecular		16.04246 kg/kmol	
Calor de Combustión		50029.0 kJ/kg	
Concentración Estequiométrica		9.5 %	
Temperatura de Ebullición		111.66 °K (-161.49 °C)	
Humedad relativa		60.00 %	
Temperatura ambiente		298.15 °K (25.00 °C)	
CARACTERISTICAS DEL FUEGO			
Diámetro del orificio		0.02032 m	
Presión en la tubería		735498.9 Pa	
Coefficiente de descarga		0.63	
Longitud de la flama		4.313749 m	
Tasa de emisión de masa		0.255076 kg /s	
Clase de emisión		Flujo Sónico	
RADIACION CALCULADA A DISTANCIAS ESPECIFICAS			
Distancia a nivel de piso (m)	Distancia a fuente puntual (m)	Transmisividad	Radiación (kW/m2)
10.000	10.486	0.83	1.5297
25.000	25.199	0.77	0.2448
50.000	50.100	0.72	0.0582
60.000	60.083	0.71	0.0398
70.000	70.071	0.70	0.0289
80.000	80.062	0.69	0.0219
90.000	90.055	0.68	0.0171
100.000	100.050	0.68	0.0137
150.000	150.033	0.65	0.0059
200.000	200.025	0.64	0.0032
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACION ESPECIFICOS			
Radiación (kW/m2)	Distancia (m)	Dosis (W/m2) <sup>4/3</sup> tiempo de exposición= 60.00s	Dosis (W/m2) <sup>4/3</sup> tiempo de duración= 840.00 s
1.4000 E+00	1.0477 E+01	9.3970 E+05	1.3156 E+07
3.0000 E+00	6.9118 E+00	2.5960 E+06	3.6345 E+07
5.0000 E+00	5.0444 E+00	5.1299 E+06	7.1819 E+07
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE DOSIS DE RADIACION ESPECIFICAS			
Dosis (W/m2) <sup>3/4</sup>	Distancia (m)		
9.3970 E+05	2.8036 E+01		
2.5960 E+06	1.9335 E+01		
5.1299 E+06	1.5014 E+01		





### Análisis de interacciones del Escenario 14.

El presente escenario consiste en la formación de un Chorro de Fuego originado por una fuga de Gas Natural en el gasoducto de alimentación a la ERM BAXTER, provocada por la ruptura diametral del 100% y 20% del gasoducto de 4"Φ a causa de una sobrepresión en la línea de suministro, lo cual puede llegar a ser catastrófico para la infraestructura presente en la zona donde se suscita el evento. Por tal efecto, y con fundamento en el análisis de riesgo mediante la metodología de Árbol de Fallas, se utilizó el software Árbol de Fallas (FaultREASE; Arthur D Little. Hazard Prevention Magazine) (Ver Anexo No. 10 Árboles de Falla), para determinar la probabilidad de ocurrencia de un incendio en el gasoducto principal de transporte, involucrando causas probables, tales como: fallas de instrumentos y/o accesorios y del material de construcción, principalmente, de lo anterior, y como resultado final se tiene que la probabilidad de ocurrencia de un escenario como el que se plantea es de  $7 \times 10^{-6}$ , lo cual de acuerdo a la Fuente de información consultada, lo cataloga como improbable.

- Fuente: (1) Modelo de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones. Dinámica Heurística. 2005  
 (2) Loss Prevention in the Process Industries, Frank P less, second Edition, 1996. Ed. HB Vol. I, II y III. Hazard Identification Assessment and Control  
 (3) Guidelines for Consequence Analysis of Chemical Releases. American Institute of Chemical Engineers (AIChE). 1999.  
 (4) Guideline for Hazard Evaluation Procedures, Second Edition, AIChE 1992.  
 (5) Fault Tree Handbook, U.S. Nuclear Regulatory Commission, 1981.

A continuación se describen las interacciones que puede llegar a tener una fuga de gas natural que al entrar en contacto con una fuente de ignición se convierte en un Jet Fire (Chorro de Fuego), con la infraestructura presente (unidades médicas, instituciones educativas, viviendas e instalaciones de riesgo), describiendo las consecuencias en caso de presentarse dicho escenario.

**TABLA RESUMEN**

COMPAÑÍA DE AUTOABASTECEDORES DE GAS NATURAL DE MORELOS, S.A. DE C.V.				Escenario 14. JIUTEPEC, MORELOS					
% de Ruptura por un impacto.  ERM BAXTER  Jiutepec, Morelos.	Jet Fire  Eventos 14.1 y 14.2		Explosión no confinada  Eventos 14.3 y 14.4		Chorro Horizontal  Eventos 14.5 y 14.6		Ver Figuras VI.3.2.83 y VI.3.2.84		
	Radios de afectación (R.A) (m)	Radiación Térmica (RT) Zonas de Riesgo (ZR)	Radios de Afectación (m)	Sobrepresión y Zonas de Riesgo.	Radios de Afectación (m)	Isoconcentración (ppm)			
Evento al 100%	14.1	25,14	ZAR 5 Kw/m <sup>2</sup>	14.3	127,47	ZAR 1 psi	14.5	442,57	10 000
		49,67	ZA 1.4 Kw/m <sup>2</sup>		216,69	ZA 0,5 psi		09,66	50 000
								02,59	150 000
Evento al 20%	14.2	5,04	ZAR	14.4	43,59	ZAR	14.6	98,6	10 000
		10,47	ZA		74,10	ZA		02,11	50 000
								1,3	150 000





Efectos sobre la población y/o infraestructura existentes en la ZA y ZAR																		
Jet Fire (Ver Figura VI.3.2.79 y VI.3.2.80)	<p>⌘ <u>Infraestructura presente en la ZAR (17 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 25 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten sobre la Av. 6 Este y Eje Norte Sur al momento de que ocurra el siniestro.</li> </ul> <p>⌘ <u>Personas que transiten sobre las avenidas 6 Este y Eje Norte Sur y que se encuentren dentro de la ZAR (17 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 25 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 13 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo,</li> <li>- A los 40 segundos, presentarán quemaduras de segundo grado, considerando también asfixia por la disminución de Oxígeno y la exposición a los humos generados por el incendio.</li> </ul> <p>⌘ <u>Infraestructura presente en la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 25 hasta 50 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cancha de futbol ubicada a 40 m de distancia,</li> <li>- Mini súper localizado a 45 m de distancia.</li> <li>- Casas habitación de la colonia CIVAC Los Robles.</li> </ul> <p>⌘ <u>Personas que se encuentren dentro de la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1.4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio a partir de 25 hasta 50 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 115 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo en la piel expuesta,</li> <li>- Después de 663 segundos (11.05 min.), presentarán quemaduras de segundo grado,</li> </ul>																	
	<p>⌘ <u>Infraestructura y habitantes presentes en la ZAR (390 psi a 1 psi en un radio de 0 m hasta 127,47 m) y ZA (1 psi a 0,5 psi en un radio a partir de 127,47 m hasta 216,69 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cancha de futbol ubicada a 40 m de distancia,</li> <li>- Mini súper localizado a 45 m de distancia.</li> <li>- Casas habitación de la colonia CIVAC Los Robles.</li> <li>- Vehículos que transiten sobre la Av. 6 Este y Eje Norte Sur al momento de que ocurra el siniestro.</li> <li>- Instalaciones de la empresa BAXTER ubicada a 140 m de distancia,</li> </ul>																	
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Sobrepresión</th> <th>Daño esperado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.0</td> <td>Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.</td> </tr> <tr> <td>2.0</td> <td>Colapso parcial de muros y techos de casas.</td> </tr> <tr> <td>3.0</td> <td>Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.</td> </tr> <tr> <td>4.0</td> <td>Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.</td> </tr> <tr> <td>5.0</td> <td>Postes de madera arrancados</td> </tr> <tr> <td>7.0</td> <td>Volcadura de carros de ferrocarril con carga</td> </tr> <tr> <td>9.0</td> <td>Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.</td> </tr> <tr> <td>10.0</td> <td>Posible destrucción total de edificios.</td> </tr> </tbody> </table>	Sobrepresión	Daño esperado	1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.	2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.	3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.	4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.	5.0	Postes de madera arrancados	7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga	9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.	10.0
Sobrepresión	Daño esperado																	
1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.																	
2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.																	
3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.																	
4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.																	
5.0	Postes de madera arrancados																	
7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga																	
9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.																	
10.0	Posible destrucción total de edificios.																	
Chorro Horizontal (Ver Figura VI.3.2.83 y VI.3.2.84)	<p>Daños en la salud de los habitantes localizados dentro de cualquiera de los radios de afectación, ya que de acuerdo a la <b>OSHA (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional)</b>, el gas natural se considera como un asfixiante simple a cualquier concentración, por lo que no se establecen tiempos máximos permisibles de exposición a dicha sustancia de acuerdo a la NOM-010-STPS-1999.</p>																	

Por lo anterior, Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V. deberá de:

- Realizar celajes diarios por parte de técnicos capacitados (equipados con Radio con frecuencia controlada y con teléfono celular) y contar con registros de las verificaciones a realizar en cada uno de los recorridos por las instalaciones,



- Contar con un sistema de comunicación directa con oficinas de ELECENOR, para reportar cualquier falla en el suministro de Gas, así como cualquier emergencia que requiera el cierre del Gasoducto operado por ELECENOR. Así mismo mantener comunicación permanente mediante Radio de frecuencia controlada con el personal responsable de la operación del Gasoducto,
- Elaborar y poner en práctica un programa de capacitación dirigido al personal operativo, en relación a los procedimientos establecidos para la ejecución de las actividades de mantenimiento,
- Elaborar y poner en práctica una lista de verificación de tuberías, con el objeto de llevar un control en cuanto a la integridad mecánica de las mismas,
- Las actividades de verificación visual, se deberán realizar diariamente, y al detectar alguna anomalía en la instalación, actuar correctamente con apego a los procedimientos establecidos,
- Instalar letreros y señalamientos alusivos al peligro que representa la instalación, con el objeto de alertar a las personas que transitan por dicha zona.

### Radios de Afectación Eventos 14.1 y 14.2

Incendio (Radiación Térmica):

#### Evento 14.1

ERM BAXTER (Fuga del 100%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m <sup>2</sup> )	25,14
Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m <sup>2</sup> )	49,67

#### Evento 14.2

ERM BAXTER (Fuga del 20%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m <sup>2</sup> )	5,04
Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m <sup>2</sup> )	10,47



**Figura VI.3.2.79** Evento 14.1 Incendio (Radiación Térmica). Zona de Alto Riesgo (ZAR) ( $5 \text{ KW/m}^2$ ) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) ( $1.4 \text{ KW/m}^2$ ) en color amarillo.



**Figura VI.3.2.80** Evento 14.2 Incendio (Radiación Térmica). Zona de Alto Riesgo (ZAR) ( $5 \text{ KW/m}^2$ ) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) ( $1.4 \text{ KW/m}^2$ ) en color amarillo.



Evento 14.3. Explosión no Confinada.



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas

TITULO DEL MODELO					
Escenario 14. Evento 14.3					
DESCRIPCION					
Explosión no confinada originada por una fuga de gas natural debido a la ruptura diametral del 100% del gasoducto de polietileno de 4" de diámetro que alimenta a la Estación de Regulación y Medición (ERM) Baxter.					
DATOS DE LA SUSTANCIA					
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos			
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP			
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS			
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE			
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50			
Subfamilia	()				
Fórmula	CH4				
Estructura	CH4				
PARAMETROS DE ENTRADA					
Peso del material en la nube					1097.22726 kg
Factor de Eficiencia Explosiva					0.03
Límite Inferior de Explosividad					5 %
Límite Superior de Explosividad					15 %
Calor de Combustión					50029 kJ/kg
Calor de Combustión del TNT (RMP)					4680 kJ/kg
Masa Equivalente en TNT					351.879375580385 kg
Distancia mínima de cálculo					0.475836589476289
Distancia máxima de cálculo					282.395602063079
Distancia total del cálculo					281.919765473603
PRESION CALCULADA A DISTANCIAS DE INTERÉS					
Distancia (m)	Presión (kPa)	Presión (psi)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
5.000000	2690.0887103	390.1676230	0.2545907	184.5638272	0.5656894
10.000000	628.1029153	91.0993829	0.8889030	186.6946698	2.1984251
20.000000	130.6425948	18.9482639	3.2025330	97.5772639	2.6896546
30.000000	57.9162709	8.4001147	6.3808345	68.4161206	3.5287407
50.000000	24.4297312	3.5432624	13.7041136	43.0923971	4.2805021
70.000000	14.9824931	2.1730450	21.4021712	31.2684081	4.7743996
100.000000	9.3515545	1.3563396	33.2172008	22.1469480	5.3525122
150.000000	5.6237707	0.8156658	53.4823376	14.9597570	6.0361359
200.000000	3.8543300	0.5590279	74.0595129	11.2598617	6.5113731
DISTANCIAS CALCULADAS SEGÚN LAS PRESIONES DE INTERÉS					
Presión (kPa)	Presión (psi)	Distancia (m)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
137.8940000	20.0000000	19.5036115	3.0622064	99.7882456	2.5999234
103.4205000	15.0000000	22.3452048	3.8923182	88.4784205	2.9550329
68.9470000	10.0000000	27.3641300	5.4905268	74.1406631	3.3676192
34.4735000	5.0000000	40.2914440	10.0640349	52.6017820	3.9775200
27.5788000	4.0000000	46.2508117	12.2866774	46.3417006	4.1712131
20.6841000	3.0000000	55.8448334	15.9340331	38.8236311	4.4377880
13.7894000	2.0000000	74.3735976	23.1065135	29.4913465	4.8688623
6.8947000	1.0000000	127.4778975	44.2813291	17.5166443	5.7630431
3.4473500	0.5000000	216.6917425	80.9068542	10.3847593	6.6462484





Evento 14.4. Explosión no Confinada



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas

TITULO DEL MODELO					
Escenario 14. Evento 14.4					
DESCRIPCION					
Explosión no confinada originada por una fuga de gas natural debido a la ruptura diametral del 20% del gasoducto de polietileno de 4" de diámetro.					
DATOS DE LA SUSTANCIA					
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos			
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP			
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS			
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE			
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50			
Subfamilia	()				
Fórmula	CH4				
Estructura	CH4				
PARAMETROS DE ENTRADA					
Peso del material en la nube					43.8891 kg
Factor de Eficiencia Explosiva					0.03
Límite Inferior de Explosividad					5 %
Límite Superior de Explosividad					15 %
Calor de Combustión					50029 kJ/kg
Calor de Combustión del TNT (RMP)					4680 kJ/kg
Masa Equivalente en TNT					14.0751781019231 kg
Distancia mínima de cálculo					0.16273383637572
Distancia máxima de cálculo					96.5779444366291
Distancia total del cálculo					96.4152106002534
PRESION CALCULADA A DISTANCIAS DE INTERÉS					
Distancia (m)	Presión (kPa)	Presión (psi)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
5.0000000	262.0295297	38.0044860	1.8093164	130.0783173	2.0649140
10.0000000	60.7650464	8.8132981	6.1212377	69.9701734	3.4851674
20.0000000	19.3311237	2.8037658	16.9457805	37.1571115	4.5046323
30.0000000	11.0705063	1.6056545	28.3461440	25.1390508	5.1346001
50.0000000	5.8088470	0.8425090	51.9242915	15.3379487	5.9933617
70.0000000	3.7331693	0.5414549	75.9825694	11.0008801	6.5499670
100.0000000					
150.0000000					
200.0000000					
DISTANCIAS CALCULADAS SEGÚN LAS PRESIONES DE INTERÉS					
Presión (kPa)	Presión (psi)	Distancia (m)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
137.8940000	20.0000000	6.6701418	3.0622064	99.7882456	2.5999234
103.4205000	15.0000000	7.6419531	3.8923182	88.4784205	2.9550329
68.9470000	10.0000000	9.3584015	5.4905268	74.1406631	3.3676192
34.4735000	5.0000000	13.7794810	10.0640349	52.6017820	3.9775200
27.5788000	4.0000000	15.8175563	12.2866774	46.3417006	4.1712131
20.6841000	3.0000000	19.0986658	15.9340331	38.8236311	4.4377880
13.7894000	2.0000000	25.4354144	23.1065135	29.4913465	4.8688623
6.8947000	1.0000000	43.5968309	44.2813291	17.5166443	5.7630431
3.4473500	0.5000000	74.1075389	80.9068542	10.3847593	6.6462484





### Radios de Afectación Eventos 14.3 y 14.4

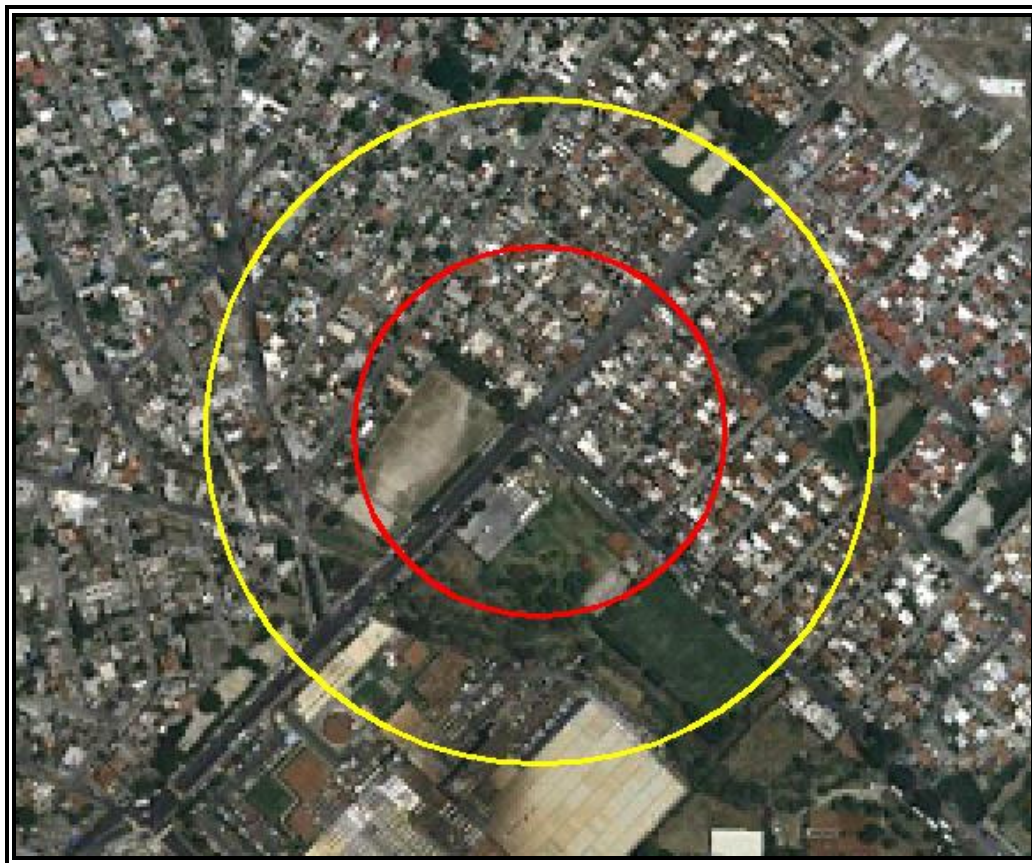
❖ Sobrepresión (Explosión):

#### Evento 14.3

ERM BAXTER (Fuga del 100%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1.0 psi)	127,47
Zona de Amortiguamiento (ZA) (0.5 psi)	216,69

#### Evento 14.4

ERM BAXTER (Fuga del 20%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1.0 psi)	43,59
Zona de Amortiguamiento (ZA) (0.5 psi)	74,10



**Figura VI.3.2.81** Evento 14.3 Explosión no Confinada (Sobrepresión). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1 PSI) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (0,5 PSI) en color amarillo.



**Figura VI.3.2.82** Evento 14.4 Explosión no Confinada (Sobrepresión). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1 PSI) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (0,5 PSI) en color amarillo.

**Radios de Afectación  
Eventos 14.5 y 14.6**

❖ Chorro Horizontal (Isoconcentraciones):

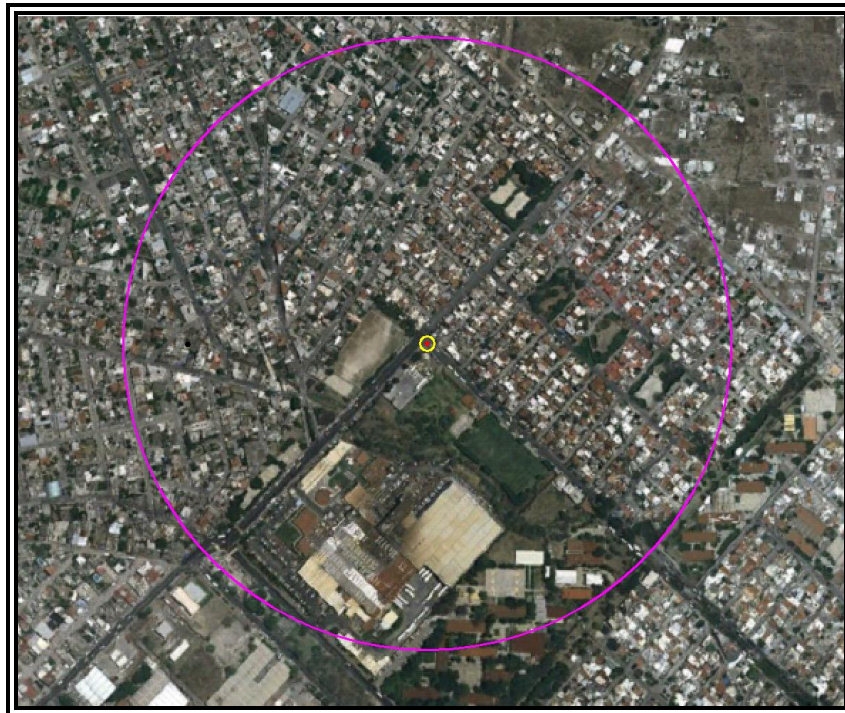
**Evento 14.5**

ERM BAXTER (Fuga del 100%)	
Isoconcentraciones	Radios de Afectación (m)
10 000 ppm	442,57
50 000 ppm	9,66
150 000 ppm	02,59

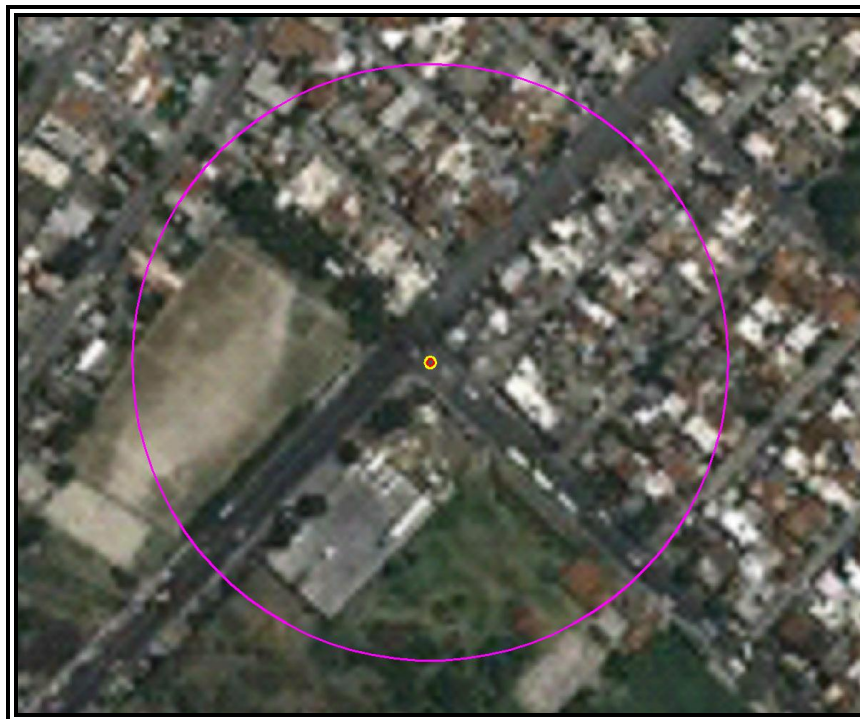
**Evento 14.6**

ERM BAXTER (Fuga del 20%)	
Isoconcentraciones	Radios de Afectación (m)
10 000 ppm	98,6
50 000 ppm	2,11
150 000 ppm	1,3





**Figura VI.3.2.84** Evento 14.5. Radios de concentraciones de Gas Natural en partes por millón (ppm).



**Figura VI.3.2.85** Evento 14.6. Radios de concentraciones de Gas Natural en partes por millón (ppm).



**Escenario 15: Estación de Regulación y Medición IMSS, con una rotura del 100% y 20% del gasoducto de alimentación con diámetro de seis pulgadas (6"Φ).**

Se presenta una fuga de Gas Natural en el gasoducto de 6"Φ de polietileno HDPE 3408 SDR11, el cual alimenta a la Estación de Regulación y Medición IMSS, dicha fuga es causada por una rotura en el gasoducto a causa de una sobrepresión en la línea de suministro.

Consideraciones.

- El tiempo máximo de respuesta por parte del personal operativo para mitigar la fuga en la tubería de 6"Φ que alimenta a la ERM IMSS se considera de 15 minutos, debido a que las instalaciones cuentan con válvula de bloqueo y medidores de presión que emiten señales a través del sistema de control de Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V.. Además de contar con vialidades existentes en la zona, lo que permite un acceso rápido a la instalación.
- El tipo de liberación de la fuga es continuo durante el tiempo que ocurre.
- A 60 segundos, después de haberse generado la fuga, el Gas Natural entra en contacto con una fuente de ignición (chispa), lo cual provoca un JET FIRE.
- El gas inflamable que se escapa por la rotura del gasoducto, forma una atmósfera explosiva la cual alcanza un punto de ignición (chispa) generado por un vehículo al transitar por la zona, a los 60 segundos de concentración de la nube, originando una explosión no confinada.
- El diámetro del orificio es de 152,4 mm para la rotura del 100% y de 30,48 mm para la rotura del 20% de la tubería de 6" HDPE 3408 SDR11.

Condiciones ambientales y de operación.

- Temperatura del Gas en la tubería: 25°C,
- Velocidad del viento: 1 m/s,
- Humedad relativa: 60%,
- Presión del gas en la tubería: 7,5 Kg/cm<sup>2</sup> (735,498 KPa)
- Altura de la fuente de emisión: 1 m.



Evento 15.1. JET FIRE



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)

TITULO DEL MODELO			
Escenario No.15. Evento 15.1			
DESCRIPCION			
Chorro de fuego ocasionado por una fuga de gas natural ocasionado por la ruptura diametral del 100% del gasoducto de polietileno de 6" de diámetro que alimenta a la Estación de Regulación y Medición (ERM) IMSS.			
DATOS DE LA SUSTANCIA			
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos	
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP	
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS	
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE	
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50	
Subfamilia	()		
Fórmula	CH4		
Estructura	CH4		
PARAMETROS DE ENTRADA			
Peso Molecular	16.04246 kg/kmol		
Calor de Combustión	50029.0 kJ/kg		
Concentración Estequiométrica	9.5 %		
Temperatura de Ebullición	111.66 °K (-161.49 °C)		
Humedad relativa	60.00 %		
Temperatura ambiente	298.15 °K (25.00 °C)		
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO			
Diámetro del orificio	0.1524 m		
Presión en la tubería	735498.9 Pa		
Coefficiente de descarga	0.63		
Longitud de la flama	32.353118 m		
Tasa de emisión de masa	14.348025 kg/s		
Clase de emisión	Flujo Sónico		
RADIACIÓN CALCULADA A DISTANCIAS ESPECÍFICAS			
Distancia a nivel de piso (m)	Distancia a fuente puntual (m)	Transmisividad	Radiación (kW/m2)
10.000	19.875	0.78	22.6124
25.000	30.332	0.75	9.3466
50.000	52.868	0.72	2.9265
60.000	62.410	0.71	2.0689
70.000	72.077	0.70	1.5312
80.000	81.823	0.69	1.1747
90.000	91.624	0.68	0.9273
100.000	101.464	0.68	0.7493
150.000	150.980	0.65	0.3265
200.000	200.736	0.63	0.1800
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECÍFICOS			
Radiación (kW/m2)	Distancia (m)	Dosis (W/m2) <sup>4/3</sup> tiempo de exposición= 60.00s	Dosis (W/m2) <sup>4/3</sup> tiempo de duración= 840.00 s
1.4000 E+00	7.3275 E+01	9.3970 E+05	1.3156 E+07
3.0000 E+00	4.9359 E+01	2.5960 E+06	3.6345 E+07
5.0000 E+00	3.7150 E+01	5.1299 E+06	7.1819 E+07
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE DOSIS DE RADIACIÓN ESPECÍFICAS			
Dosis (W/m2) <sup>3/4</sup>		Distancia (m)	
9.3970 E+05		1.9328 E+02	
2.5960 E+06		1.3365 E+02	
5.1299 E+06		1.0412 E+02	





Evento 15.2. JET FIRE



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)

TITULO DEL MODELO			
Escenario No. 15. Evento 15.2			
DESCRIPCION			
Chorro de fuego ocasionado por una fuga de gas natural ocasionadapor la ruptura diametral del 20% del gasoducto de polietileno de 6" de diámetro que alimenta a la Estación de Regulación y Medición (ERM) IMSS.			
DATOS DE LA SUSTANCIA			
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos	
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP	
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS	
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE	
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50	
Subfamilia	()		
Fórmula	CH4		
Estructura	CH4		
PARAMETROS DE ENTRADA			
Peso Molecular		16.04246 kg/kmol	
Calor de Combustión		50029.0 kJ/kg	
Concentración Estequiométrica		9.5 %	
Temperatura de Ebullición		111.66 °K (-161.49 °C)	
Humedad relativa		60.00 %	
Temperatura ambiente		298.15 °K (25.00 °C)	
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO			
Diámetro del orificio		0.03048 m	
Presión en la tubería		735498.9 Pa	
Coefficiente de descarga		0.63	
Longitud de la flama		6.470624 m	
Tasa de emisión de masa		0.573921 kg /s	
Clase de emisión		Flujo Sónico	
RADIACIÓN CALCULADA A DISTANCIAS ESPECÍFICAS			
Distancia a nivel de piso (m)	Distancia a fuente puntual (m)	Transmisividad	Radiación (kW/m2)
10.000	10.860	0.83	3.1990
25.000	25.356	0.76	0.5437
50.000	50.179	0.72	0.1306
60.000	60.149	0.71	0.0894
70.000	70.128	0.70	0.0649
80.000	80.112	0.69	0.0491
90.000	90.100	0.68	0.0384
100.000	100.090	0.68	0.0308
150.000	150.060	0.65	0.0132
200.000	200.045	0.64	0.0073
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECÍFICOS			
Radiación (kW/m2)	Distancia (m)	Dosis (W/m2) <sup>4/3</sup> tiempo de exposición= 60.00s	Dosis (W/m2) <sup>4/3</sup> tiempo de duración= 840.00 s
1.4000 E+00	1.5564 E+01	9.3970 E+05	1.3156 E+07
3.0000 E+00	1.0369 E+01	2.5960 E+06	3.6345 E+07
5.0000 E+00	7.6818 E+00	5.1299 E+06	7.1819 E+07
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE DOSIS DE RADIACIÓN ESPECÍFICAS			
Dosis (W/m2) <sup>3/4</sup>	Distancia (m)		
9.3970 E+05	4.1372 E+01		
2.5960 E+06	2.8567 E+01		
5.1299 E+06	2.2216 E+01		



### Análisis de interacciones del Escenario 15.

El presente escenario consiste en la formación de un Chorro de Fuego originado por una fuga de Gas Natural en el gasoducto de alimentación a la ERM IMSS, provocada por la ruptura diametral del 100% y 20% del gasoducto de 6"Φ a causa de una sobrepresión en la línea de suministro, lo cual puede llegar a ser catastrófico para la infraestructura presente en la zona donde se suscita el evento. Por tal efecto, y con fundamento en el análisis de riesgo mediante la metodología de Árbol de Fallas, se utilizó el software Árbol de Fallas (FaultrEASE; Arthur D Little. Hazard Prevention Magazine) (Ver Anexo No. 10 Árboles de Falla), para determinar la probabilidad de ocurrencia de un incendio en el gasoducto principal de transporte, involucrando causas probables, tales como: fallas de instrumentos y/o accesorios y del material de construcción, principalmente, de lo anterior, y como resultado final se tiene que la probabilidad de ocurrencia de un escenario como el que se plantea es de  $7 \times 10^{-6}$ , lo cual de acuerdo a la Fuente de información consultada, lo cataloga como improbable.

- Fuente: (1) Modelo de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones. Dinámica Heurística. 2005  
 (2) Loss Prevention in the Process Industries, Frank P less, second Edition, 1996. Ed. HB Vol. I, II y III. Hazard Identification Assessment and Control  
 (3) Guidelines for Consequence Analysis of Chemical Releases. American Institute of Chemical Engineers (AIChE). 1999.  
 (4) Guideline for Hazard Evaluation Procedures, Second Edition, AIChE 1992.  
 (5) Fault Tree Handbook, U.S. Nuclear Regulatory Commission, 1981.

A continuación se describen las interacciones que puede llegar a tener una fuga de gas natural que al entrar en contacto con una fuente de ignición se convierte en un Jet Fire (Chorro de Fuego), con la infraestructura presente (unidades médicas, instituciones educativas, viviendas e instalaciones de riesgo), describiendo las consecuencias en caso de presentarse dicho escenario.

**TABLA RESUMEN**

COMPAÑÍA DE AUTOABASTECEDORES DE GAS NATURAL DE MORELOS, S.A. DE C.V.				Escenario 15. CUERNAVACA, MORELOS					
% de Ruptura por un impacto.	Jet Fire		Explosión no confinada		Chorro Horizontal				
	Eventos 15.1 y 15.2		Eventos 15.3 y 15.4		Eventos 15.5 y 15.6				
ERM IMSS	Ver Figura VI.3.2.785 y VI.3.2.86		Ver Figuras VI.3.2.87 y VI.3.2.88		Ver Figuras VI.3.2.89 y VI.3.2.90				
Cuernavaca, Morelos.	Radios de afectación (R.A) (m)	Radiación Térmica (RT) Zonas de Riesgo (ZR)	Radios de Afectación (m)	Sobrepresión y Zonas de Riesgo.	Radios de Afectación (m)	Isoconcentración (ppm)			
Evento al 100%	15.1	37,15	ZAR 5 Kw/m <sup>2</sup>	15.3	167,04	ZAR 1 psi	15.5	525,93	10 000
		73,27	ZA 1.4 Kw/m <sup>2</sup>		283,94	ZA 0,5 psi		15,41	50 000
								3,29	150 000
Evento al 20%	15.2	7,68	ZAR	15.4	57,12	ZAR	15.6	153,06	10 000
		15,56	ZA		97,10	ZA		2,7	50 000
								1,45	150 000



Efectos sobre la población y/o infraestructura existentes en la ZA y ZAR																			
Jet Fire (Ver Figura VI.3.2.85 y VI.3.2.86)	<p>⌘ <u>Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 160 y que se encuentren dentro de la ZAR (22 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 37 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalaciones del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) a una distancia de 30 m.</li> </ul>																		
	<p>⌘ <u>Personas que transiten sobre las avenidas aledañas y sobre la carretera Federal No. 160, mismas que se encuentren dentro de la ZAR (22 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 37 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 13 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo,</li> <li>- A los 40 segundos, presentarán quemaduras de segundo grado, considerando también asfixia por la disminución de Oxígeno y la exposición a los humos generados por el incendio.</li> </ul>																		
	<p>⌘ <u>Infraestructura presente en la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 37 hasta 73 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalaciones del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) a una distancia de 30 m,</li> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 160 al momento de que ocurra el siniestro.</li> </ul>																		
	<p>⌘ <u>Personas que convergen a diario a las instalaciones del IMSS dentro de la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 37 hasta 73 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 115 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo en la piel expuesta,</li> <li>- Después de 663 segundos (11.05 min.), presentarán quemaduras de segundo grado.</li> </ul>																		
Explosión no Confinada (Ver Figura VI.3.2.87 y VI.3.2.88)	<p>⌘ <u>Infraestructura y habitantes presentes en la ZAR (623,95 psi a 1 psi en un radio de 0 m hasta 167,04 m) y ZA (1 psi a 0,5 psi en un radio a partir de 167,04 m hasta 283,94 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalaciones del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) a una distancia de 30 m,</li> <li>- Estación para el abastecimiento de combustibles (Gasolinera) a una distancia de 155 m,</li> <li>- Sucursal bancaria a 221 m de distancia,</li> <li>- Establecimiento comercial (OXXO) a una distancia de 230 m,</li> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 160 al momento de que ocurra el siniestro.</li> <li>- Monumento a la Revolución a 115 m de distancia,</li> </ul>																		
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Sobrepresión</th> <th>Daño esperado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.0</td> <td>Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.</td> </tr> <tr> <td>2.0</td> <td>Colapso parcial de muros y techos de casas.</td> </tr> <tr> <td>3.0</td> <td>Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.</td> </tr> <tr> <td>4.0</td> <td>Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.</td> </tr> <tr> <td>5.0</td> <td>Postes de madera arrancados</td> </tr> <tr> <td>7.0</td> <td>Volcadura de carros de ferrocarril con carga</td> </tr> <tr> <td>9.0</td> <td>Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.</td> </tr> <tr> <td>10.0</td> <td>Posible destrucción total de edificios.</td> </tr> </tbody> </table>	Sobrepresión	Daño esperado	1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.	2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.	3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.	4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.	5.0	Postes de madera arrancados	7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga	9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.	10.0	Posible destrucción total de edificios.
	Sobrepresión	Daño esperado																	
	1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.																	
	2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.																	
	3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.																	
	4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.																	
	5.0	Postes de madera arrancados																	
	7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga																	
	9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.																	
10.0	Posible destrucción total de edificios.																		
Chorro Horizontal (Ver Figura VI.3.2.89 y VI.3.2.90)	<p>Daños en la salud de los habitantes localizados dentro de cualquiera de los radios de afectación, ya que de acuerdo a la <b>OSHA (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional)</b>, el gas natural se considera como un asfixiante simple a cualquier concentración, por lo que no se establecen tiempos máximos permisibles de exposición a dicha sustancia de acuerdo a la NOM-010-STPS-1999.</p>																		

Por lo anterior, Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V. deberá de:



- Realizar celajes diarios por parte de técnicos capacitados (equipados con Radio con frecuencia controlada y con teléfono celular) y contar con registros de las verificaciones a realizar en cada uno de los recorridos por las instalaciones,
- Contar con un sistema de comunicación directa con oficinas de ELECENOR, para reportar cualquier falla en el suministro de Gas, así como cualquier emergencia que requiera el cierre del Gasoducto operado por ELECENOR. Así mismo mantener comunicación permanente mediante Radio de frecuencia controlada con el personal responsable de la operación del Gasoducto,
- Elaborar y poner en práctica un programa de capacitación dirigido al personal operativo, en relación a los procedimientos establecidos para la ejecución de las actividades de mantenimiento,
- Elaborar y poner en práctica una lista de verificación de tuberías, con el objeto de llevar un control en cuanto a la integridad mecánica de las mismas,
- Las actividades de verificación visual, se deberán realizar diariamente, y al detectar alguna anomalía en la instalación, actuar correctamente con apego a los procedimientos establecidos,
- Instalar letreros y señalamientos alusivos al peligro que representa la instalación, con el objeto de alertar a las personas que transitan por dicha zona.

**Radios de Afecación  
Eventos 15.1 y 15.2**

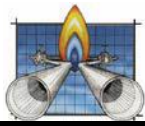
Incendio (Radiación Térmica):

**Evento 15.1**

ERM IMSS (Fuga del 100%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afecación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m <sup>2</sup> )	37,15
Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m <sup>2</sup> )	73,27

**Evento15.2**

ERM IMSS (Fuga del 20%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afecación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m <sup>2</sup> )	7,68
Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m <sup>2</sup> )	15,56



**Figura VI.3.2.85** Evento 15.1 Incendio (Radiación Térmica). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m<sup>2</sup>) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m<sup>2</sup>) en color amarillo.







**Figura VI.3.2.85** Evento 15.2 Incendio (Radiación Térmica). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m<sup>2</sup>) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m<sup>2</sup>) en color amarillo.

**Evento 15.3. Explosión no Confinada.**



**SCRI-FUEGO**

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

**Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas**

TITULO DEL MODELO					
Escenario 15. Evento 15.3					
DESCRIPCION					
Explosión no confinada originada por una fuga de gas natural debido a la ruptura diametral del 100% del gasoducto de polietileno de 6" de diámetro que alimenta a la Estación de Regulación y Medición (ERM) IMSS.					
DATOS DE LA SUSTANCIA					
Nombre	METANO (METHANE)			Sinónimos	
No. CAS	74-82-8			FIRE DAMP	
Nombre CAS	METHANE			MARSH GAS	
Nombre IUPAC	METHANE			METHYL HYDRIDE	
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)			REFRIGERANT 50	
Subfamilia	()				
Fórmula	CH4				
Estructura	CH4				
PARAMETROS DE ENTRADA					
Peso del material en la nube				2468.76138 kg	
Factor de Eficiencia Explosiva				0.03	
Límite Inferior de Explosividad				5 %	
Límite Superior de Explosividad				15 %	
Calor de Combustión				50029 kJ/kg	
Calor de Combustión del TNT (RMP)				4680 kJ/kg	
Masa Equivalente en TNT				791.728609487308 kg	
Distancia mínima de cálculo				0.62352232724832	
Distancia máxima de cálculo				370.04292418298	
Distancia total del cálculo				369.419401855731	
PRESION CALCULADA A DISTANCIAS DE INTERÉS					
Distancia (m)	Presión (kPa)	Presión (psi)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
5.000000	4301.9831886	623.9550943	0.1623752	166.8103898	0.3138991
10.000000	1148.5450029	166.5837532	0.5386712	228.9185180	2.0096444
20.000000	237.5749060	34.4576132	1.9594833	124.9035565	2.0930370
30.000000	98.3686031	14.2672782	4.0596818	86.6165136	3.0092307
50.000000	37.7684936	5.4779024	9.2803929	55.2594663	3.8996946
70.000000	22.0972972	3.2049686	15.0063678	40.4907509	4.3741887
100.000000	13.3168675	1.9314644	23.8647961	28.7661181	4.9095458
150.000000	7.8863813	1.1438324	39.0178185	19.4360267	5.5808121
200.000000	5.5013602	0.7979115	54.5614039	14.7085992	6.0650353
DISTANCIAS CALCULADAS SEGUN LAS PRESIONES DE INTERÉS					
Presión (kPa)	Presión (psi)	Distancia (m)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
137.8940000	20.0000000	25.5569611	3.0622064	99.7882456	2.5999234
103.4205000	15.0000000	29.2805018	3.8923182	88.4784205	2.9550329
68.9470000	10.0000000	35.8571543	5.4905268	74.1406631	3.3676192
34.4735000	5.0000000	52.7967279	10.0640349	52.6017820	3.9775200
27.5788000	4.0000000	60.6057087	12.2866774	46.3417006	4.1712131
20.6841000	3.0000000	73.1774337	15.9340331	38.8236311	4.4377880
13.7894000	2.0000000	97.4569835	23.1065135	29.4913465	4.8688623
6.8947000	1.0000000	167.0433024	44.2813291	17.5166443	5.7630431
3.4473500	0.5000000	283.9465114	80.9068542	10.3847593	6.6462484



### Evento 15.4. Explosión no Confinada



#### SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

### Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas

TITULO DEL MODELO					
Escenario 15. Evento 15.4					
DESCRIPCION					
Explosión no confinada originada por una fuga de gas natural debido a la ruptura diametral del 20% del gasoducto de polietileno de 6" de diámetro que alimenta a la Estación de Regulación y Medición (ERM) IMSS.					
DATOS DE LA SUSTANCIA					
Nombre	METANO (METHANE)		Sinónimos		
No. CAS	74-82-8		FIRE DAMP		
Nombre CAS	METHANE		MARSH GAS		
Nombre IUPAC	METHANE		METHYL HYDRIDE		
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)		REFRIGERANT 50		
Subfamilia	()				
Fórmula	CH4				
Estructura	CH4				
PARAMETROS DE ENTRADA					
Peso del material en la nube			98.75404 kg		
Factor de Eficiencia Explosiva			0.03		
Límite Inferior de Explosividad			5 %		
Límite Superior de Explosividad			15 %		
Calor de Combustión			50029 kJ/kg		
Calor de Combustión del TNT (RMP)			4680 kJ/kg		
Masa Equivalente en TNT			31.6702940202564 kg		
Distancia mínima de cálculo			0.213244216668749		
Distancia máxima de cálculo			126.554431257418		
Distancia total del cálculo			126.341187040749		
PRESION CALCULADA A DISTANCIAS DE INTERÉS					
Distancia (m)	Presión (kPa)	Presión (psi)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
5.0000000	488.4119586	70.8387542	1.0913358	168.5729768	2.1159639
10.0000000	103.7193528	15.0433453	3.8829185	88.5863773	2.9518872
20.0000000	29.1862608	4.2331444	11.6773292	47.8987295	4.1212785
30.0000000	15.9415676	2.3121481	20.2145409	32.6432939	4.7059410
50.0000000	8.1440879	1.1812099	37.8501886	19.9238264	5.5373314
70.0000000	5.3419276	0.7747875	56.0284010	14.3803110	6.1034235
100.0000000	3.3066067	0.4795867	83.5447216	10.0798778	6.6966552
150.0000000					
200.0000000					
DISTANCIAS CALCULADAS SEGÚN LAS PRESIONES DE INTERÉS					
Presión (kPa)	Presión (psi)	Distancia (m)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
137.8940000	20.0000000	8.7404635	3.0622064	99.7882456	2.5999234
103.4205000	15.0000000	10.0139119	3.8923182	88.4784205	2.9550329
68.9470000	10.0000000	12.2631227	5.4905268	74.1406631	3.3676192
34.4735000	5.0000000	18.0564455	10.0640349	52.6017820	3.9775200
27.5788000	4.0000000	20.7271116	12.2866774	46.3417006	4.1712131
20.6841000	3.0000000	25.0266331	15.9340331	38.8236311	4.4377880
13.7894000	2.0000000	33.3302228	23.1065135	29.4913465	4.8688623
6.8947000	1.0000000	57.1286971	44.2813291	17.5166443	5.7630431
3.4473500	0.5000000	97.1095160	80.9068542	10.3847593	6.6462484



### Radios de Afecación Eventos 15.3 y 15.4

❖ Sobrepresión (Explosión):

#### Evento 15.3

ERM IMSS (Fuga del 100%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afecación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1.0 psi)	167,04
Zona de Amortiguamiento (ZA) (0.5 psi)	283,94

#### Evento 15.4

ERM IMSS (Fuga del 20%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afecación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1.0 psi)	57,12
Zona de Amortiguamiento (ZA) (0.5 psi)	97,10



**Figura VI.3.2.87** Evento 15.3 Explosión no Confinada (Sobrepresión). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1 PSI) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (0,5 PSI) en color amarillo.





**Figura VI.3.2.88** Evento 15.4 Explosión no Confinada (Sobrepresión). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1 PSI) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (0,5 PSI) en color amarillo.

**Radios de Afectación  
Eventos 15.5 y 15.6**

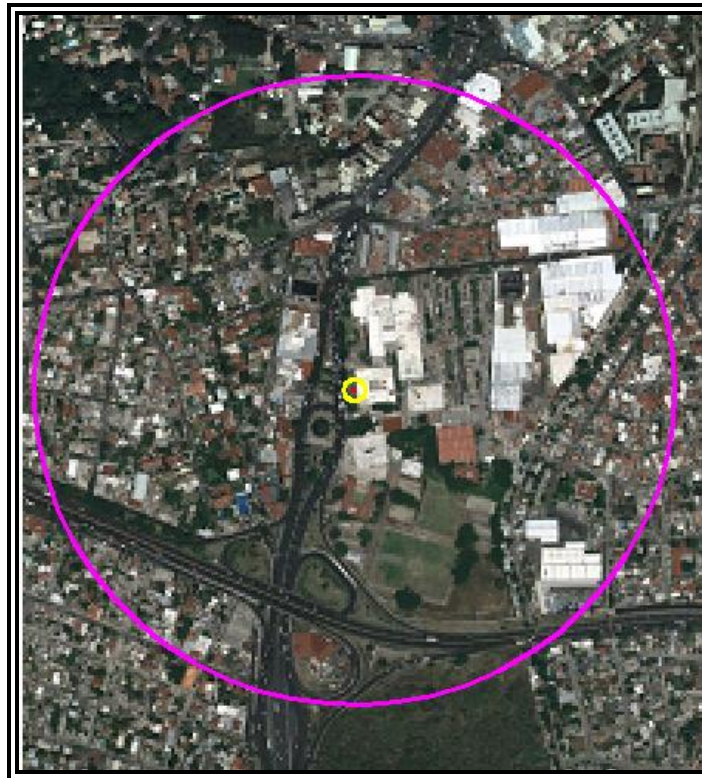
❖ Chorro Horizontal (Isoconcentraciones):

**Evento 15.5**

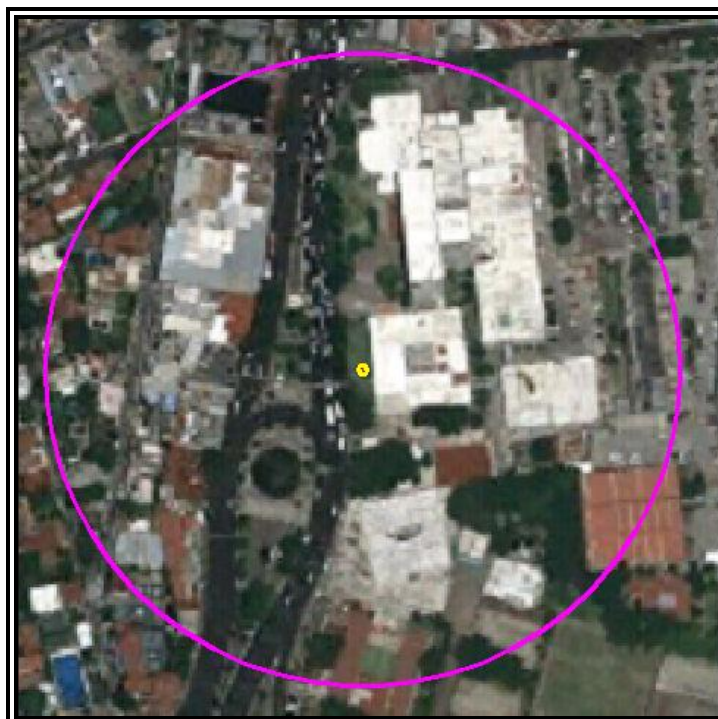
ERM IMSS (Fuga del 100%)	
Isoconcentraciones	Radios de Afectación (m)
10 000 ppm	525,93
50 000 ppm	15,41
150 000 ppm	3,29

**Evento 15.6**

ERM IMSS (Fuga del 20%)	
Isoconcentraciones	Radios de Afectación (m)
10 000 ppm	153,06
50 000 ppm	2,7
150 000 ppm	1,45



**Figura VI.3.2.89** Evento 15.5. Radios de concentraciones de Gas Natural en partes por millón (ppm).



**Figura VI.3.2.90** Evento 15.6. Radios de concentraciones de Gas Natural en partes por millón (ppm).





**Escenario 16: Estación de Regulación y Medición GRUPAK, con una rotura del 100% y 20% del gasoducto de alimentación con diámetro de seis pulgadas (6"Φ).**

Se presenta una fuga de Gas Natural en el gasoducto de 6"Φ de polietileno HDPE 3408 SDR11, el cual alimenta a la Estación de Regulación y Medición GRUPAK, dicha fuga es causada por una rotura en el gasoducto a causa de una sobrepresión en la línea de suministro.

Consideraciones.

- El tiempo máximo de respuesta por parte del personal operativo para mitigar la fuga en la tubería de 6"Φ que alimenta a la ERM GRUPAK se considera de 15 minutos, debido a que las instalaciones cuentan con válvula de bloqueo y medidores de presión que emiten señales a través del sistema de control de Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V.. Además de contar con vialidades existentes en la zona, lo que permite un acceso rápido a la instalación.
- El tipo de liberación de la fuga es continuo durante el tiempo que ocurre.
- A 60 segundos, después de haberse generado la fuga, el Gas Natural entra en contacto con una fuente de ignición (chispa), lo cual provoca un JET FIRE.
- El gas inflamable que se escapa por la rotura del gasoducto, forma una atmósfera explosiva la cual alcanza un punto de ignición (chispa) generado por un vehículo al transitar por la zona, a los 60 segundos de concentración de la nube, originando una explosión no confinada.
- El diámetro del orificio es de 152,4 mm para la rotura del 100% y de 30,48 mm para la rotura del 20% de la tubería de 6" HDPE 3408 SDR11.

Condiciones ambientales y de operación.

- Temperatura del Gas en la tubería: 25°C,
- Velocidad del viento: 1 m/s,
- Humedad relativa: 60%,
- Presión del gas en la tubería: 7,5 Kg/cm<sup>2</sup> (735,498 KPa)
- Altura de la fuente de emisión: 1 m.



Evento 16.1. JET FIRE



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)

TITULO DEL MODELO			
Escenario No.16. Evento 16.1			
DESCRIPCION			
Chorro de fuego ocasionado por una fuga de gas natural ocasionada por la ruptura diametral del 100% del gasoducto de polietileno de 6" de diámetro que alimenta a la Estación de Regulación y Medición (ERM) GRUPAK.			
DATOS DE LA SUSTANCIA			
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos	
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP	
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS	
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE	
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50	
Subfamilia	()		
Fórmula	CH4		
Estructura	CH4		
PARAMETROS DE ENTRADA			
Peso Molecular		16.04246 kg/kmol	
Calor de Combustión		50029.0 kJ/kg	
Concentración Estequiométrica		9.5 %	
Temperatura de Ebullición		111.66 °K (-161.49 °C)	
Humedad relativa		60.00 %	
Temperatura ambiente		298.15 °K (25.00 °C)	
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO			
Diámetro del orificio		0.1524 m	
Presión en la tubería		735498.9 Pa	
Coefficiente de descarga		0.63	
Longitud de la flama		32.353118 m	
Tasa de emisión de masa		14.348025 kg/s	
Clase de emisión		Flujo Sónico	
RADIACION CALCULADA A DISTANCIAS ESPECIFICAS			
Distancia a nivel de piso (m)	Distancia a fuente puntual (m)	Transmisividad	Radiación (kW/m2)
10.000	19.875	0.78	22.6124
25.000	30.332	0.75	9.3466
50.000	52.868	0.72	2.9265
60.000	62.410	0.71	2.0689
70.000	72.077	0.70	1.5312
80.000	81.823	0.69	1.1747
90.000	91.624	0.68	0.9273
100.000	101.464	0.68	0.7493
150.000	150.980	0.65	0.3265
200.000	200.736	0.63	0.1800
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACION ESPECIFICOS			
Radiación (kW/m2)	Distancia (m)	Dosis (W/m2) <sup>4/3</sup> tiempo de exposición= 60.00s	Dosis (W/m2) <sup>4/3</sup> tiempo de duración= 840.00 s
1.4000 E+00	7.3275 E+01	9.3970 E+05	1.3156 E+07
3.0000 E+00	4.9359 E+01	2.5960 E+06	3.6345 E+07
5.0000 E+00	3.7150 E+01	5.1299 E+06	7.1819 E+07
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE DOSIS DE RADIACION ESPECIFICAS			
Dosis (W/m2) <sup>3/4</sup>	Distancia (m)		
9.3970 E+05	1.9328 E+02		
2.5960 E+06	1.3365 E+02		
5.1299 E+06	1.0412 E+02		



Evento 16.2. JET FIRE



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)

TITULO DEL MODELO			
Escenario No. 16. Evento 16.2			
DESCRIPCIÓN			
Chorro de fuego ocasionado por una fuga de gas natural ocasionado por la ruptura diametral del 20% del gasoducto de polietileno de 6" de diámetro que alimenta a la Estación de Regulación y Medición (ERM) GRUPAK.			
DATOS DE LA SUSTANCIA			
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos	
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP	
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS	
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE	
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50	
Subfamilia	()		
Fórmula	CH4		
Estructura	CH4		
PARAMETROS DE ENTRADA			
Peso Molecular		16.04246 kg/kmol	
Calor de Combustión		50029.0 kJ/kg	
Concentración Estequiométrica		9.5 %	
Temperatura de Ebullición		111.66 °K (-161.49 °C)	
Humedad relativa		60.00 %	
Temperatura ambiente		298.15 °K (25.00 °C)	
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO			
Diámetro del orificio		0.03048 m	
Presión en la tubería		735498.9 Pa	
Coefficiente de descarga		0.63	
Longitud de la flama		6.470624 m	
Tasa de emisión de masa		0.573921 kg /s	
Clase de emisión		Flujo Sónico	
RADIACIÓN CALCULADA A DISTANCIAS ESPECÍFICAS			
Distancia a nivel de piso (m)	Distancia a fuente puntual (m)	Transmisividad	Radiación (kW/m2)
10.000	10.860	0.83	3.1990
25.000	25.356	0.76	0.5437
50.000	50.179	0.72	0.1306
60.000	60.149	0.71	0.0894
70.000	70.128	0.70	0.0649
80.000	80.112	0.69	0.0491
90.000	90.100	0.68	0.0384
100.000	100.090	0.68	0.0308
150.000	150.060	0.65	0.0132
200.000	200.045	0.64	0.0073
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECÍFICOS			
Radiación (kW/m2)	Distancia (m)	Dosis (W/m2) <sup>4/3</sup> tiempo de exposición= 60.00s	Dosis (W/m2) <sup>4/3</sup> tiempo de duración= 840.00 s
1.4000 E+00	1.5564 E+01	9.3970 E+05	1.3156 E+07
3.0000 E+00	1.0369 E+01	2.5960 E+06	3.6345 E+07
5.0000 E+00	7.6818 E+00	5.1299 E+06	7.1819 E+07
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE DOSIS DE RADIACIÓN ESPECÍFICAS			
Dosis (W/m2) <sup>3/4</sup>	Distancia (m)		
9.3970 E+05	4.1372 E+01		
2.5960 E+06	2.8567 E+01		
5.1299 E+06	2.2216 E+01		



### Análisis de interacciones del Escenario 16.

El presente escenario consiste en la formación de un Chorro de Fuego originado por una fuga de Gas Natural en el gasoducto de alimentación a la ERM GRUPAK, provocada por la ruptura diametral del 100% y 20% del gasoducto de 6"Φ a causa de una sobrepresión en la línea de suministro, lo cual puede llegar a ser catastrófico para la infraestructura presente en la zona donde se suscita el evento. Por tal efecto, y con fundamento en el análisis de riesgo mediante la metodología de Árbol de Fallas, se utilizó el software Árbol de Fallas (FaultREASE; Arthur D Little. Hazard Prevention Magazine) (Ver Anexo No. 10 Árboles de Falla), para determinar la probabilidad de ocurrencia de un incendio en el gasoducto principal de transporte, involucrando causas probables, tales como: fallas de instrumentos y/o accesorios y del material de construcción, principalmente, de lo anterior, y como resultado final se tiene que la probabilidad de ocurrencia de un escenario como el que se plantea es de  $7 \times 10^{-6}$ , lo cual de acuerdo a la Fuente de información consultada, lo cataloga como improbable.

- Fuente: (1) Modelo de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones. Dinámica Heurística. 2005  
 (2) Loss Prevention in the Process Industries, Frank P less, second Edition, 1996. Ed. HB Vol. I, II y III. Hazard Identification Assessment and Control  
 (3) Guidelines for Consequence Analysis of Chemical Releases. American Institute of Chemical Engineers (AIChE). 1999.  
 (4) Guideline for Hazard Evaluation Procedures, Second Edition, AIChE 1992.  
 (5) Fault Tree Handbook, U.S. Nuclear Regulatory Commission, 1981.

A continuación se describen las interacciones que puede llegar a tener una fuga de gas natural que al entrar en contacto con una fuente de ignición se convierte en un Jet Fire (Chorro de Fuego), con la infraestructura presente (unidades médicas, instituciones educativas, viviendas e instalaciones de riesgo), describiendo las consecuencias en caso de presentarse dicho escenario.

**TABLA RESUMEN**

COMPAÑÍA DE AUTOABASTECEDORES DE GAS NATURAL DE MORELOS, S.A. DE C.V.				Escenario 16. CUERNAVACA, MORELOS					
% de Ruptura por un impacto. ERM GRUPAK	Jet Fire Ver Figura VI.3.2.791 y VI.3.2.92 Eventos 16.1 y 16.2		Explosión no confinada Ver Figuras VI.3.2.93 y VI.3.2.94 Eventos 16.3 y 16.4		Chorro Horizontal Ver Figuras VI.3.2.95 y VI.3.2.96 Eventos 16.5 y 16.6				
	Radios de afectación (R.A) (m)		Radios de Afectación (m)		Sobrepresión y Zonas de Riesgo.		Radios de Afectación (m)		
Cuernavaca, Morelos.	Radiación Térmica (RT) Zonas de Riesgo (ZR)						Isoconcentración (ppm)		
Evento al 100%	16.1	37,15	ZAR 5 Kw/m <sup>2</sup>	16.3	167,04	ZAR 1 psi	16.5	525,93	10 000
		73,27	ZA 1.4 Kw/m <sup>2</sup>		283,94	ZA 0,5 psi		15,41	50 000
Evento al 20%	16.2	7,68	ZAR	16.4	57,12	ZAR		16.6	153,06
		15,56	ZA		97,10	ZA	2,7		50 000
							1,45		150 000



Efectos sobre la población y/o infraestructura existentes en la ZA y ZAR																			
Jet Fire (Ver Figura VI.3.2.91 y VI.3.2.92)	<p>⌘ <u>Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 160 y que se encuentren dentro de la ZAR (22 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 37 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalaciones de la empresa GRUPAK a 30 m,</li> </ul>																		
	<p>⌘ <u>Personas que transiten sobre la Avenida Atlacomulco, mismas que se encuentren dentro de la ZAR (22 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 37 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 13 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo,</li> <li>- A los 40 segundos, presentarán quemaduras de segundo grado, considerando también asfixia por la disminución de Oxígeno y la exposición a los humos generados por el incendio.</li> </ul>																		
	<p>⌘ <u>Infraestructura presente en la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 37 hasta 73 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalaciones del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) a una distancia de 30 m,</li> <li>- Vehículos que transiten por la Av. Atlacomulco y Av. San Juan al momento de que ocurra el siniestro,</li> <li>- Casas habitación del sector habitacional Las Quintas</li> </ul> <p>⌘ <u>Personas que transiten por las avenidas del sector, mismas que se encuentren dentro de la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 37 hasta 73 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 115 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo en la piel expuesta,</li> <li>- Después de 663 segundos (11.05 min.), presentarán quemaduras de segundo grado.</li> </ul>																		
Explosión no Confinada (Ver Figura VI.3.2.93 y VI.3.2.94)	<p>⌘ <u>Infraestructura y habitantes presentes en la ZAR (623,95 psi a 1 psi en un radio de 0 m hasta 167,04 m) y ZA (1 psi a 0,5 psi en un radio a partir de 167,04 m hasta 283,94 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalaciones del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) a una distancia de 30 m,</li> <li>- Vehículos que transiten por la Av. Atlacomulco y Av. San Juan al momento de que ocurra el siniestro,</li> <li>- Casas habitación del sector habitacional Las Quintas,</li> <li>- Institución educativa (Colegio Boston) a 110 m de distancia,</li> <li>- Tienda de abarrotes a 79 m.</li> </ul>																		
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Sobrepresión</th> <th>Daño esperado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.0</td> <td>Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.</td> </tr> <tr> <td>2.0</td> <td>Colapso parcial de muros y techos de casas.</td> </tr> <tr> <td>3.0</td> <td>Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.</td> </tr> <tr> <td>4.0</td> <td>Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.</td> </tr> <tr> <td>5.0</td> <td>Postes de madera arrancados</td> </tr> <tr> <td>7.0</td> <td>Volcadura de carros de ferrocarril con carga</td> </tr> <tr> <td>9.0</td> <td>Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.</td> </tr> <tr> <td>10.0</td> <td>Posible destrucción total de edificios.</td> </tr> </tbody> </table>	Sobrepresión	Daño esperado	1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.	2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.	3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.	4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.	5.0	Postes de madera arrancados	7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga	9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.	10.0	Posible destrucción total de edificios.
	Sobrepresión	Daño esperado																	
	1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.																	
	2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.																	
	3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.																	
	4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.																	
	5.0	Postes de madera arrancados																	
	7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga																	
9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.																		
10.0	Posible destrucción total de edificios.																		
<p>Chorro Horizontal (Ver Figura VI.3.2.95 y VI.3.2.96)</p>	<p>Daños en la salud de los habitantes localizados dentro de cualquiera de los radios de afectación, ya que de acuerdo a la <b>OSHA (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional)</b>, el gas natural se considera como un asfixiante simple a cualquier concentración, por lo que no se establecen tiempos máximos permisibles de exposición a dicha sustancia de acuerdo a la NOM-010-STPS-1999.</p>																		

Por lo anterior, Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V. deberá de:





- Realizar celajes diarios por parte de técnicos capacitados (equipados con Radio con frecuencia controlada y con teléfono celular) y contar con registros de las verificaciones a realizar en cada uno de los recorridos por las instalaciones,
- Contar con un sistema de comunicación directa con oficinas de ELECENOR, para reportar cualquier falla en el suministro de Gas, así como cualquier emergencia que requiera el cierre del Gasoducto operado por ELECENOR. Así mismo mantener comunicación permanente mediante Radio de frecuencia controlada con el personal responsable de la operación del Gasoducto,
- Elaborar y poner en práctica un programa de capacitación dirigido al personal operativo, en relación a los procedimientos establecidos para la ejecución de las actividades de mantenimiento,
- Elaborar y poner en práctica una lista de verificación de tuberías, con el objeto de llevar un control en cuanto a la integridad mecánica de las mismas,
- Las actividades de verificación visual, se deberán realizar diariamente, y al detectar alguna anomalía en la instalación, actuar correctamente con apego a los procedimientos establecidos,
- Instalar letreros y señalamientos alusivos al peligro que representa la instalación, con el objeto de alertar a las personas que transitan por dicha zona.

**Radios de Afectación  
Eventos 16.1 y 16.2**

Incendio (Radiación Térmica):

**Evento 16.1**

<b>ERM GRUPAK (Fuga del 100%)</b>	
<b>Zonas de Riesgo</b>	<b>Radios de Afectación (m)</b>
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m <sup>2</sup> )	37,15
Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m <sup>2</sup> )	73,27

**Evento 16.2**

<b>ERM GRUPAK (Fuga del 20%)</b>	
<b>Zonas de Riesgo</b>	<b>Radios de Afectación (m)</b>
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m <sup>2</sup> )	7,68
Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m <sup>2</sup> )	15,56



**Figura VI.3.2.91** Evento 16.1 Incendio (Radiación Térmica). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m<sup>2</sup>) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m<sup>2</sup>) en color amarillo.



**Figura VI.3.2.92** Evento 16.2 Incendio (Radiación Térmica). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m<sup>2</sup>)



en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m<sup>2</sup>) en color amarillo.

### Evento 16.3. Explosión no Confinada.



## SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

### Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas

TITULO DEL MODELO					
Escenario 16. Evento 16.3					
DESCRIPCION					
Explosión no confinada originada por una fuga de gas natural debido a la ruptura diametral del 100% del gasoducto de polietileno de 6" de diámetro que alimenta a la Estación de Regulación y Medición (ERM) GRUPAK.					
DATOS DE LA SUSTANCIA					
Nombre	METANO (METHANE)		Sinónimos		
No. CAS	74-82-8		FIRE DAMP		
Nombre CAS	METHANE		MARSH GAS		
Nombre IUPAC	METHANE		METHYL HYDRIDE		
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)		REFRIGERANT 50		
Subfamilia	()				
Fórmula	CH <sub>4</sub>				
Estructura	CH <sub>4</sub>				
PARAMETROS DE ENTRADA					
Peso del material en la nube			2468.76138 kg		
Factor de Eficiencia Explosiva			0.03		
Límite Inferior de Explosividad			5 %		
Límite Superior de Explosividad			15 %		
Calor de Combustión			50029 kJ/kg		
Calor de Combustión del TNT (RMP)			4680 kJ/kg		
Masa Equivalente en TNT			791.728609487308 kg		
Distancia mínima de cálculo			0.62352232724832		
Distancia máxima de cálculo			370.04292418298		
Distancia total del cálculo			369.419401855731		
PRESION CALCULADA A DISTANCIAS DE INTERÉS					
Distancia (m)	Presión (kPa)	Presión (psi)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
5.0000000	4301.9831886	623.9550943	0.1623752	166.8103898	0.3138991
10.0000000	1148.5450029	166.5837532	0.5386712	228.9185180	2.0096444
20.0000000	237.5749060	34.4576132	1.9594833	124.9035565	2.0930370
30.0000000	98.3686031	14.2672782	4.0596818	86.6165136	3.0092307
50.0000000	37.7684936	5.4779024	9.2803929	55.2594663	3.8996946
70.0000000	22.0972972	3.2049686	15.0063678	40.4907509	4.3741887
100.0000000	13.3168675	1.9314644	23.8647961	28.7661181	4.9095458
150.0000000	7.8863813	1.1438324	39.0178185	19.4360267	5.5808121
200.0000000	5.5013602	0.7979115	54.5614039	14.7085992	6.0650353
DISTANCIAS CALCULADAS SEGÚN LAS PRESIONES DE INTERÉS					
Presión (kPa)	Presión (psi)	Distancia (m)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
137.8940000	20.0000000	25.5569611	3.0622064	99.7882456	2.5999234
103.4205000	15.0000000	29.2805018	3.8923182	88.4784205	2.9550329
68.9470000	10.0000000	35.8571543	5.4905268	74.1406631	3.3676192
34.4735000	5.0000000	52.7967279	10.0640349	52.6017820	3.9775200
27.5788000	4.0000000	60.6057087	12.2866774	46.3417006	4.1712131
20.6841000	3.0000000	73.1774337	15.9340331	38.8236311	4.4377880
13.7894000	2.0000000	97.4569835	23.1065135	29.4913465	4.8688623
6.8947000	1.0000000	167.0433024	44.2813291	17.5166443	5.7630431
3.4473500	0.5000000	283.9465114	80.9068542	10.3847593	6.6462484



## Evento 16.4. Explosión no Confinada



### SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

#### Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas

TITULO DEL MODELO					
Escenario 16. Evento 16.4					
DESCRIPCION					
Explosión no confinada originada por una fuga de gas natural debido a la ruptura diametral del 20% del gasoducto de polietileno de 6" de diámetro que alimenta a la Estación de Regulación y Medición (ERM) GRUPAK.					
DATOS DE LA SUSTANCIA					
Nombre	METANO (METHANE)			Sinónimos	
No. CAS	74-82-8			FIRE DAMP	
Nombre CAS	METHANE			MARSH GAS	
Nombre IUPAC	METHANE			METHYL HYDRIDE	
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)			REFRIGERANT 50	
Subfamilia	()				
Fórmula	CH4				
Estructura	CH4				
PARAMETROS DE ENTRADA					
Peso del material en la nube				98.75404 kg	
Factor de Eficiencia Explosiva				0.03	
Límite Inferior de Explosividad				5 %	
Límite Superior de Explosividad				15 %	
Calor de Combustión				50029 kJ/kg	
Calor de Combustión del TNT (RMP)				4680 kJ/kg	
Masa Equivalente en TNT				31.6702940202564 kg	
Distancia mínima de cálculo				0.213244216668749	
Distancia máxima de cálculo				126.554431257418	
Distancia total del cálculo				126.341187040749	
PRESION CALCULADA A DISTANCIAS DE INTERÉS					
Distancia (m)	Presión (kPa)	Presión (psi)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
5.0000000	488.4119586	70.8387542	1.0913358	168.5729768	2.1159639
10.0000000	103.7193528	15.0433453	3.8829185	88.5863773	2.9518872
20.0000000	29.1862608	4.2331444	11.6773292	47.8987295	4.1212785
30.0000000	15.9415676	2.3121481	20.2145409	32.6432939	4.7059410
50.0000000	8.1440879	1.1812099	37.8501886	19.9238264	5.5373314
70.0000000	5.3419276	0.7747875	56.0284010	14.3803110	6.1034235
100.0000000	3.3066067	0.4795867	83.5447216	10.0798778	6.6966552
150.0000000					
200.0000000					
DISTANCIAS CALCULADAS SEGÚN LAS PRESIONES DE INTERÉS					
Presión (kPa)	Presión (psi)	Distancia (m)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
137.8940000	20.0000000	8.7404635	3.0622064	99.7882456	2.5999234
103.4205000	15.0000000	10.0139119	3.8923182	88.4784205	2.9550329
68.9470000	10.0000000	12.2631227	5.4905268	74.1406631	3.3676192
34.4735000	5.0000000	18.0564455	10.0640349	52.6017820	3.9775200
27.5788000	4.0000000	20.7271116	12.2866774	46.3417006	4.1712131
20.6841000	3.0000000	25.0266331	15.9340331	38.8236311	4.4377880
13.7894000	2.0000000	33.3302228	23.1065135	29.4913465	4.8688623
6.8947000	1.0000000	57.1286971	44.2813291	17.5166443	5.7630431
3.4473500	0.5000000	97.1095160	80.9068542	10.3847593	6.6462484





**Radios de Afecación  
Eventos 16.3 y 16.4**

❖ Sobrepresión (Explosión):

**Evento 16.3**

ERM GRUPAK (Fuga del 100%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afecación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1.0 psi)	167,04
Zona de Amortiguamiento (ZA) (0.5 psi)	283,94

**Evento 16.4**

ERM GRUPAK (Fuga del 20%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afecación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1.0 psi)	57,12
Zona de Amortiguamiento (ZA) (0.5 psi)	97,10



**Figura VI.3.2.93** Evento 16.3 Explosión no Confinada (Sobrepresión). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1 PSI) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (0,5 PSI) en color amarillo.





**Figura VI.3.2.94** Evento 16.4 Explosión no Confinada (Sobrepresión). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1 PSI) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (0,5 PSI) en color amarillo.

**Radios de Afectación  
Eventos 16.5 y 16.6**

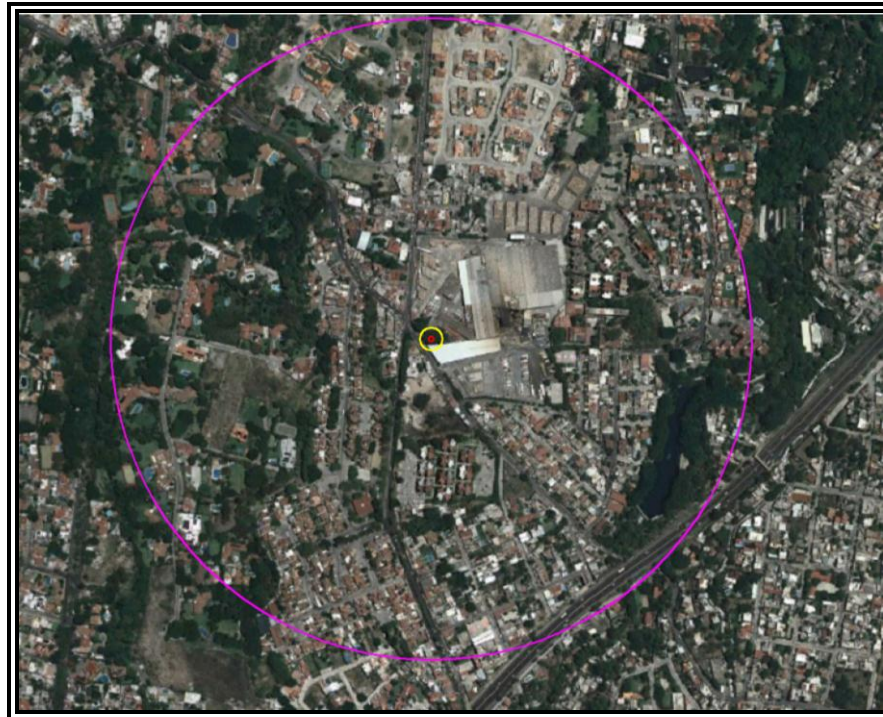
❖ Chorro Horizontal (Isoconcentraciones):

**Evento 16.5**

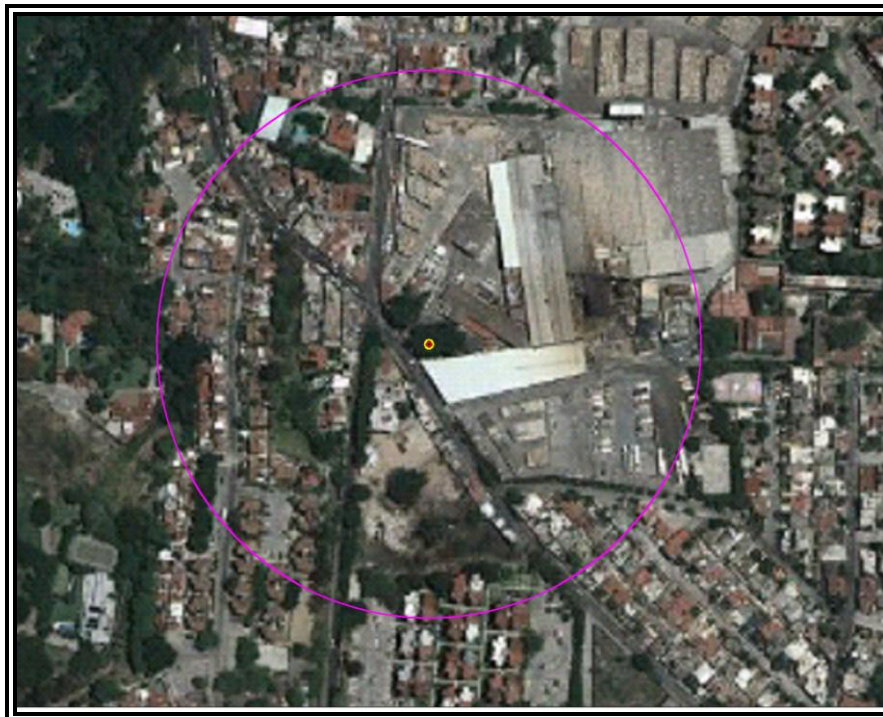
ERM GRUPAK (Fuga del 100%)	
Isoconcentraciones	Radios de Afectación (m)
10 000 ppm	525,93
50 000 ppm	15,41
150 000 ppm	3,29

**Evento 16.6**

ERM GRUPAK (Fuga del 20%)	
Isoconcentraciones	Radios de Afectación (m)
10 000 ppm	153,06
50 000 ppm	2,7
150 000 ppm	1,45



**Figura VI.3.2.95** Evento 16.5. Radios de concentraciones de Gas Natural en partes por millón (ppm).



**Figura VI.3.2.96** Evento 16.6. Radios de concentraciones de Gas Natural en partes por millón (ppm).



**Escenario 17: Estación de Regulación y Medición BRIDGESTON, con una rotura del 100% y 20% del gasoducto de alimentación con diámetro de seis pulgadas (6"Φ).**

Se presenta una fuga de Gas Natural en el gasoducto de 6"Φ de polietileno HDPE 3408 SDR11, el cual alimenta a la Estación de Regulación y Medición BRIDGESTON, dicha fuga es causada por una rotura en el gasoducto a causa de una sobrepresión en la línea de suministro.

Consideraciones.

- El tiempo máximo de respuesta por parte del personal operativo para mitigar la fuga en la tubería de 6"Φ que alimenta a la ERM BRIDGESTON se considera de 15 minutos, debido a que las instalaciones cuentan con válvula de bloqueo y medidores de presión que emiten señales a través del sistema de control de Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V.. Además de contar con vialidades existentes en la zona, lo que permite un acceso rápido a la instalación.
- El tipo de liberación de la fuga es continuo durante el tiempo que ocurre.
- A 60 segundos, después de haberse generado la fuga, el Gas Natural entra en contacto con una fuente de ignición (chispa), lo cual provoca un JET FIRE.
- El gas inflamable que se escapa por la rotura del gasoducto, forma una atmósfera explosiva la cual alcanza un punto de ignición (chispa) generado por un vehículo al transitar por la zona, a los 60 segundos de concentración de la nube, originando una explosión no confinada.
- El diámetro del orificio es de 152,4 mm para la rotura del 100% y de 30,48 mm para la rotura del 20% de la tubería de 6" HDPE 3408 SDR11.

Condiciones ambientales y de operación.

- Temperatura del Gas en la tubería: 25°C,
- Velocidad del viento: 1 m/s,
- Humedad relativa: 60%,
- Presión del gas en la tubería: 7,5 Kg/cm<sup>2</sup> (735,498 KPa)
- Altura de la fuente de emisión: 1 m.





Evento 17.1. JET FIRE



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)

TITULO DEL MODELO			
Escenario No.17. Evento 17.1			
DESCRIPCION			
Chorro de fuego ocasionado por una fuga de gas natural ocasionado por la ruptura diametral del 100% del gasoducto de polietileno de 6" de diámetro que alimenta a la Estación de Regulación y Medición (ERM) BRIDGESTON.			
DATOS DE LA SUSTANCIA			
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos	
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP	
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS	
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE	
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50	
Subfamilia	()		
Fórmula	CH4		
Estructura	CH4		
PARAMETROS DE ENTRADA			
Peso Molecular		16.04246 kg/kmol	
Calor de Combustión		50029.0 kJ/kg	
Concentración Estequiométrica		9.5 %	
Temperatura de Ebullición		111.66 °K (-161.49 °C)	
Humedad relativa		60.00 %	
Temperatura ambiente		298.15 °K (25.00 °C)	
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO			
Diámetro del orificio		0.1524 m	
Presión en la tubería		735498.9 Pa	
Coefficiente de descarga		0.63	
Longitud de la flama		32.353118 m	
Tasa de emisión de masa		14.348025 kg/s	
Clase de emisión		Flujo Sónico	
RADIACIÓN CALCULADA A DISTANCIAS ESPECÍFICAS			
Distancia a nivel de piso (m)	Distancia a fuente puntual (m)	Transmisividad	Radiación (kW/m2)
10.000	19.875	0.78	22.6124
25.000	30.332	0.75	9.3466
50.000	52.868	0.72	2.9265
60.000	62.410	0.71	2.0689
70.000	72.077	0.70	1.5312
80.000	81.823	0.69	1.1747
90.000	91.624	0.68	0.9273
100.000	101.464	0.68	0.7493
150.000	150.980	0.65	0.3265
200.000	200.736	0.63	0.1800
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECÍFICOS			
Radiación (kW/m2)	Distancia (m)	Dosis (W/m2) <sup>4/3</sup> tiempo de exposición= 60.00s	Dosis (W/m2) <sup>4/3</sup> tiempo de duración= 840.00 s
1.4000 E+00	7.3275 E+01	9.3970 E+05	1.3156 E+07
3.0000 E+00	4.9359 E+01	2.5960 E+06	3.6345 E+07
5.0000 E+00	3.7150 E+01	5.1299 E+06	7.1819 E+07
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE DOSIS DE RADIACIÓN ESPECÍFICAS			
Dosis (W/m2) <sup>3/4</sup>	Distancia (m)		
9.3970 E+05	1.9328 E+02		
2.5960 E+06	1.3365 E+02		
5.1299 E+06	1.0412 E+02		



Evento 17.2. JET FIRE



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)

TITULO DEL MODELO			
Escenario No. 17. Evento 17.2			
DESCRIPCION			
Chorro de fuego ocasionado por una fuga de gas natural ocasionada por la ruptura diametral del 20% del gasoducto de polietileno de 6" de diámetro que alimenta a la Estación de Regulación y Medición (ERM) BRIDGESTON.			
DATOS DE LA SUSTANCIA			
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos	
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP	
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS	
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE	
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50	
Subfamilia	()		
Fórmula	CH4		
Estructura	CH4		
PARAMETROS DE ENTRADA			
Peso Molecular		16.04246 kg/kmol	
Calor de Combustión		50029.0 kJ/kg	
Concentración Estequiométrica		9.5 %	
Temperatura de Ebullición		111.66 °K (-161.49 °C)	
Humedad relativa		60.00 %	
Temperatura ambiente		298.15 °K (25.00 °C)	
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO			
Diámetro del orificio		0.03048 m	
Presión en la tubería		735498.9 Pa	
Coefficiente de descarga		0.63	
Longitud de la flama		6.470624 m	
Tasa de emisión de masa		0.573921 kg /s	
Clase de emisión		Flujo Sónico	
RADIACIÓN CALCULADA A DISTANCIAS ESPECÍFICAS			
Distancia a nivel de piso (m)	Distancia a fuente puntual (m)	Transmisividad	Radiación (kW/m2)
10.000	10.860	0.83	3.1990
25.000	25.356	0.76	0.5437
50.000	50.179	0.72	0.1306
60.000	60.149	0.71	0.0894
70.000	70.128	0.70	0.0649
80.000	80.112	0.69	0.0491
90.000	90.100	0.68	0.0384
100.000	100.090	0.68	0.0308
150.000	150.060	0.65	0.0132
200.000	200.045	0.64	0.0073
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECÍFICOS			
Radiación (kW/m2)	Distancia (m)	Dosis (W/m2) <sup>4/3</sup> tiempo de exposición= 60.00s	Dosis (W/m2) <sup>4/3</sup> tiempo de duración= 840.00 s
1.4000 E+00	1.5564 E+01	9.3970 E+05	1.3156 E+07
3.0000 E+00	1.0369 E+01	2.5960 E+06	3.6345 E+07
5.0000 E+00	7.6818 E+00	5.1299 E+06	7.1819 E+07
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE DOSIS DE RADIACIÓN ESPECÍFICAS			
Dosis (W/m2) <sup>3/4</sup>	Distancia (m)		
9.3970 E+05	4.1372 E+01		
2.5960 E+06	2.8567 E+01		
5.1299 E+06	2.2216 E+01		





### Análisis de interacciones del Escenario 17.

El presente escenario consiste en la formación de un Chorro de Fuego originado por una fuga de Gas Natural en el gasoducto de alimentación a la ERM BRIDGESTON, provocada por la ruptura diametral del 100% y 20% del gasoducto de 6"Φ a causa de una sobrepresión en la línea de suministro, lo cual puede llegar a ser catastrófico para la infraestructura presente en la zona donde se suscita el evento. Por tal efecto, y con fundamento en el análisis de riesgo mediante la metodología de Árbol de Fallas, se utilizó el software Árbol de Fallas (FaultREASE; Arthur D Little. Hazard Prevention Magazine) (Ver Anexo No. 10 Árboles de Falla), para determinar la probabilidad de ocurrencia de un incendio en el gasoducto principal de transporte, involucrando causas probables, tales como: fallas de instrumentos y/o accesorios y del material de construcción, principalmente, de lo anterior, y como resultado final se tiene que la probabilidad de ocurrencia de un escenario como el que se plantea es de  $7 \times 10^{-6}$ , lo cual de acuerdo a la Fuente de información consultada, lo cataloga como improbable.

- Fuente: (1) Modelo de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones. Dinámica Heurística. 2005  
 (2) Loss Prevention in the Process Industries, Frank P less, second Edition, 1996. Ed. HB Vol. I, II y III. Hazard Identification Assessment and Control  
 (3) Guidelines for Consequence Analysis of Chemical Releases. American Institute of Chemical Engineers (AIChE). 1999.  
 (4) Guideline for Hazard Evaluation Procedures, Second Edition, AIChE 1992.  
 (5) Fault Tree Handbook, U.S. Nuclear Regulatory Commission, 1981.

A continuación se describen las interacciones que puede llegar a tener una fuga de gas natural que al entrar en contacto con una fuente de ignición se convierte en un Jet Fire (Chorro de Fuego), con la infraestructura presente (unidades médicas, instituciones educativas, viviendas e instalaciones de riesgo), describiendo las consecuencias en caso de presentarse dicho escenario.

**TABLA RESUMEN**

COMPAÑÍA DE AUTOABASTECEDORES DE GAS NATURAL DE MORELOS, S.A. DE C.V.				Escenario 17. CUERNAVACA, MORELOS					
% de Ruptura por un impacto.	Jet Fire		Explosión no confinada		Chorro Horizontal		Ver Figuras VI.3.2.101 y VI.3.2.102		
	Eventos 17.1 y 17.2		Eventos 17.3 y 17.4		Eventos 17.5 y 17.6				
ERM BRIDGESTON	Radiación Térmica (RT)		Radios de Afectación (m)		Sobrepresión y Zonas de Riesgo.		Radios de Afectación (m)		
Cuernavaca, Morelos.	Zonas de Riesgo (ZR)		Isoconcentración (ppm)						
Evento al 100%	17.1	37,15	ZAR	17.3	167,04	ZAR	17.5	525,93	10 000
		73,27	ZA					283,94	0,5 psi
			1.4 Kw/m <sup>2</sup>					3,29	150 000
Evento al 20%	17.2	7,68	ZAR	17.4	57,12	ZAR	17.6	153,06	10 000
		15,56	ZA					97,10	ZA
								1,45	150 000



Efectos sobre la población y/o infraestructura existentes en la ZA y ZAR																			
Jet Fire (Ver Figura VI.3.2.97 y VI.3.2.98)	<p>⌘ Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 95 y que se encuentren dentro de la ZAR (22 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 37 m).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalaciones de la empresa BRIDGESTON a 50 m,</li> </ul>																		
	<p>⌘ Personas que arriben al centro comercial de Cuernavaca, mismas que se encuentren dentro de la ZAR (22 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 37 m), al momento que ocurra el siniestro:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 13 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo,</li> <li>- A los 40 segundos, presentarán quemaduras de segundo grado, considerando también asfixia por la disminución de Oxígeno y la exposición a los humos generados por el incendio.</li> </ul>																		
	<p>⌘ Infraestructura presente en la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 37 hasta 73 m).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalaciones de BRIDGESTON a 50 m,</li> <li>- Parte del estacionamiento del centro comercial Galerías, a 75 m.</li> </ul>																		
	<p>⌘ Personas arriben al centro comercial Galerías y los que transiten por la carretera Federal No. 95, mismas que se encuentren dentro de la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 37 hasta 73 m), al momento que ocurra el siniestro:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 115 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo en la piel expuesta,</li> <li>- Después de 663 segundos (11.05 min.), presentarán quemaduras de segundo grado.</li> </ul>																		
Explosión no Confinada (Ver Figura VI.3.2.99 y VI.3.2.100)	<p>⌘ Infraestructura y habitantes presentes en la ZAR (623,95 psi a 1 psi en un radio de 0 m hasta 167,04 m) y ZA (1 psi a 0,5 psi en un radio a partir de 167,04 m hasta 283,94 m).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalaciones de la tienda comercial Liverpool a 236 m de distancia,</li> <li>- Instalaciones de BRIDGESTON a 50 m,</li> <li>- Estacionamiento del centro comercial Galerías a 100 m de distancia,</li> <li>- Instalaciones de Gameplanet Galerías ubicadas a 190 m de distancia,</li> <li>- Taller de mantenimiento industrial ubicado a 233 m,</li> <li>- Casas habitación del sector Amate Redondo a 170 m de distancia,</li> <li>- Usuarios de la carretera Federal No. 95, que transiten por la ZAR y ZA al momento que ocurra la explosión.</li> </ul>																		
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Sobrepresión</th> <th>Daño esperado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.0</td> <td>Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.</td> </tr> <tr> <td>2.0</td> <td>Colapso parcial de muros y techos de casas.</td> </tr> <tr> <td>3.0</td> <td>Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.</td> </tr> <tr> <td>4.0</td> <td>Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.</td> </tr> <tr> <td>5.0</td> <td>Postes de madera arrancados</td> </tr> <tr> <td>7.0</td> <td>Volcadura de carros de ferrocarril con carga</td> </tr> <tr> <td>9.0</td> <td>Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.</td> </tr> <tr> <td>10.0</td> <td>Posible destrucción total de edificios.</td> </tr> </tbody> </table>	Sobrepresión	Daño esperado	1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.	2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.	3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.	4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.	5.0	Postes de madera arrancados	7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga	9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.	10.0	Posible destrucción total de edificios.
	Sobrepresión	Daño esperado																	
	1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.																	
	2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.																	
	3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.																	
	4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.																	
	5.0	Postes de madera arrancados																	
	7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga																	
	9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.																	
10.0	Posible destrucción total de edificios.																		
<p>Chorro Horizontal (Ver Figura VI.3.2.101 y VI.3.2.102)</p>	<p>Daños en la salud de los habitantes localizados dentro de cualquiera de los radios de afectación, ya que de acuerdo a la <b>OSHA (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional)</b>, el gas natural se considera como un asfixiante simple a cualquier concentración, por lo que no se establecen tiempos máximos permisibles de exposición a dicha sustancia de acuerdo a la NOM-010-STPS-1999.</p>																		



Por lo anterior, Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V. deberá de:

- Realizar celajes diarios por parte de técnicos capacitados (equipados con Radio con frecuencia controlada y con teléfono celular) y contar con registros de las verificaciones a realizar en cada uno de los recorridos por las instalaciones,
- Contar con un sistema de comunicación directa con oficinas de ELECENOR, para reportar cualquier falla en el suministro de Gas, así como cualquier emergencia que requiera el cierre del Gasoducto operado por ELECENOR. Así mismo mantener comunicación permanente mediante Radio de frecuencia controlada con el personal responsable de la operación del Gasoducto,
- Elaborar y poner en práctica un programa de capacitación dirigido al personal operativo, en relación a los procedimientos establecidos para la ejecución de las actividades de mantenimiento,
- Elaborar y poner en práctica una lista de verificación de tuberías, con el objeto de llevar un control en cuanto a la integridad mecánica de las mismas,
- Las actividades de verificación visual, se deberán realizar diariamente, y al detectar alguna anomalía en la instalación, actuar correctamente con apego a los procedimientos establecidos,
- Instalar letreros y señalamientos alusivos al peligro que representa la instalación, con el objeto de alertar a las personas que transitan por dicha zona.

**Radios de Afecación  
Eventos 17.1 y 17.2**

Incendio (Radiación Térmica):

**Evento 17.1**

<b>ERM BRIDGESTON (Fuga del 100%)</b>	
<b>Zonas de Riesgo</b>	<b>Radios de Afecación (m)</b>
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m <sup>2</sup> )	37,15
Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m <sup>2</sup> )	73,27

**Evento17.2**

<b>ERM BRIDGESTON (Fuga del 20%)</b>	
<b>Zonas de Riesgo</b>	<b>Radios de Afecación (m)</b>
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m <sup>2</sup> )	7,68
Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m <sup>2</sup> )	15,56



**Figura VI.3.2.97** Evento 17.1 Incendio (Radiación Térmica). Zona de Alto Riesgo (ZAR) ( $5 \text{ KW/m}^2$ ) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) ( $1.4 \text{ KW/m}^2$ ) en color amarillo.



**Figura VI.3.2.98** Evento 17.2 Incendio (Radiación Térmica). Zona de Alto Riesgo (ZAR) ( $5 \text{ KW/m}^2$ ) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) ( $1.4 \text{ KW/m}^2$ ) en color amarillo.





Evento 17.3. Explosión no Confinada.



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas

TITULO DEL MODELO					
Escenario 17. Evento 17.3					
DESCRIPCION					
Explosión no confinada originada por una fuga de gas natural debido a la ruptura diametral del 100% del gasoducto de polietileno de 6" de diámetro que alimenta a la Estación de Regulación y Medición (ERM) BRIDGESTON.					
DATOS DE LA SUSTANCIA					
Nombre	METANO (METHANE)		Sinónimos		
No. CAS	74-82-8		FIRE DAMP		
Nombre CAS	METHANE		MARSH GAS		
Nombre IUPAC	METHANE		METHYL HYDRIDE		
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)		REFRIGERANT 50		
Subfamilia	()				
Fórmula	CH4				
Estructura	CH4				
PARAMETROS DE ENTRADA					
Peso del material en la nube			2468.76138 kg		
Factor de Eficiencia Explosiva			0.03		
Límite Inferior de Explosividad			5 %		
Límite Superior de Explosividad			15 %		
Calor de Combustión			50029 kJ/kg		
Calor de Combustión del TNT (RMP)			4680 kJ/kg		
Masa Equivalente en TNT			791.728609487308 kg		
Distancia mínima de cálculo			0.62352232724832		
Distancia máxima de cálculo			370.04292418298		
Distancia total del cálculo			369.419401855731		
PRESION CALCULADA A DISTANCIAS DE INTERÉS					
Distancia (m)	Presión (kPa)	Presión (psi)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
5.000000	4301.9831886	623.9550943	0.1623752	166.8103898	0.3138991
10.000000	1148.5450029	166.5837532	0.5386712	228.9185180	2.0096444
20.000000	237.5749060	34.4576132	1.9594833	124.9035565	2.0930370
30.000000	98.3686031	14.2672782	4.0596818	86.6165136	3.0092307
50.000000	37.7684936	5.4779024	9.2803929	55.2594663	3.8996946
70.000000	22.0972972	3.2049686	15.0063678	40.4907509	4.3741887
100.000000	13.3168675	1.9314644	23.8647961	28.7661181	4.9095458
150.000000	7.8863813	1.1438324	39.0178185	19.4360267	5.5808121
200.000000	5.5013602	0.7979115	54.5614039	14.7085992	6.0650353
DISTANCIAS CALCULADAS SEGÚN LAS PRESIONES DE INTERÉS					
Presión (kPa)	Presión (psi)	Distancia (m)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
137.8940000	20.0000000	25.5569611	3.0622064	99.7882456	2.5999234
103.4205000	15.0000000	29.2805018	3.8923182	88.4784205	2.9550329
68.9470000	10.0000000	35.8571543	5.4905268	74.1406631	3.3676192
34.4735000	5.0000000	52.7967279	10.0640349	52.6017820	3.9775200
27.5788000	4.0000000	60.6057087	12.2866774	46.3417006	4.1712131
20.6841000	3.0000000	73.1774337	15.9340331	38.8236311	4.4377880
13.7894000	2.0000000	97.4569835	23.1065135	29.4913465	4.8688623
6.8947000	1.0000000	167.0433024	44.2813291	17.5166443	5.7630431
3.4473500	0.5000000	283.9465114	80.9068542	10.3847593	6.6462484





Evento 17.4. Explosión no Confinada



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas

TITULO DEL MODELO					
Escenario 16. Evento 16.4					
DESCRIPCION					
Explosión no confinada originada por una fuga de gas natural debido a la ruptura diametral del 20% del gasoducto de polietileno de 6" de diámetro que alimenta a la Estación de Regulación y Medición (ERM) BRIDGESTON.					
DATOS DE LA SUSTANCIA					
Nombre	METANO (METHANE)		Sinónimos		
No. CAS	74-82-8		FIRE DAMP		
Nombre CAS	METHANE		MARSH GAS		
Nombre IUPAC	METHANE		METHYL HYDRIDE		
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)		REFRIGERANT 50		
Subfamilia	()				
Fórmula	CH4				
Estructura	CH4				
PARAMETROS DE ENTRADA					
Peso del material en la nube			98.75404 kg		
Factor de Eficiencia Explosiva			0.03		
Límite Inferior de Explosividad			5 %		
Límite Superior de Explosividad			15 %		
Calor de Combustión			50029 kJ/kg		
Calor de Combustión del TNT (RMP)			4680 kJ/kg		
Masa Equivalente en TNT			31.6702940202564 kg		
Distancia mínima de cálculo			0.213244216668749		
Distancia máxima de cálculo			126.554431257418		
Distancia total del cálculo			126.341187040749		
PRESION CALCULADA A DISTANCIAS DE INTERÉS					
Distancia (m)	Presión (kPa)	Presión (psi)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
5.0000000	488.4119586	70.8387542	1.0913358	168.5729768	2.1159639
10.0000000	103.7193528	15.0433453	3.8829185	88.5863773	2.9518872
20.0000000	29.1862608	4.2331444	11.6773292	47.8987295	4.1212785
30.0000000	15.9415676	2.3121481	20.2145409	32.6432939	4.7059410
50.0000000	8.1440879	1.1812099	37.8501886	19.9238264	5.5373314
70.0000000	5.3419276	0.7747875	56.0284010	14.3803110	6.1034235
100.0000000	3.3066067	0.4795867	83.5447216	10.0798778	6.6966552
150.0000000					
200.0000000					
DISTANCIAS CALCULADAS SEGÚN LAS PRESIONES DE INTERÉS					
Presión (kPa)	Presión (psi)	Distancia (m)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
137.8940000	20.0000000	8.7404635	3.0622064	99.7882456	2.5999234
103.4205000	15.0000000	10.0139119	3.8923182	88.4784205	2.9550329
68.9470000	10.0000000	12.2631227	5.4905268	74.1406631	3.3676192
34.4735000	5.0000000	18.0564455	10.0640349	52.6017820	3.9775200
27.5788000	4.0000000	20.7271116	12.2866774	46.3417006	4.1712131
20.6841000	3.0000000	25.0266331	15.9340331	38.8236311	4.4377880
13.7894000	2.0000000	33.3302228	23.1065135	29.4913465	4.8688623
6.8947000	1.0000000	57.1286971	44.2813291	17.5166443	5.7630431
3.4473500	0.5000000	97.1095160	80.9068542	10.3847593	6.6462484



### Radios de Afectación Eventos 17.3 y 17.4

❖ Sobrepresión (Explosión):

#### Evento 17.3

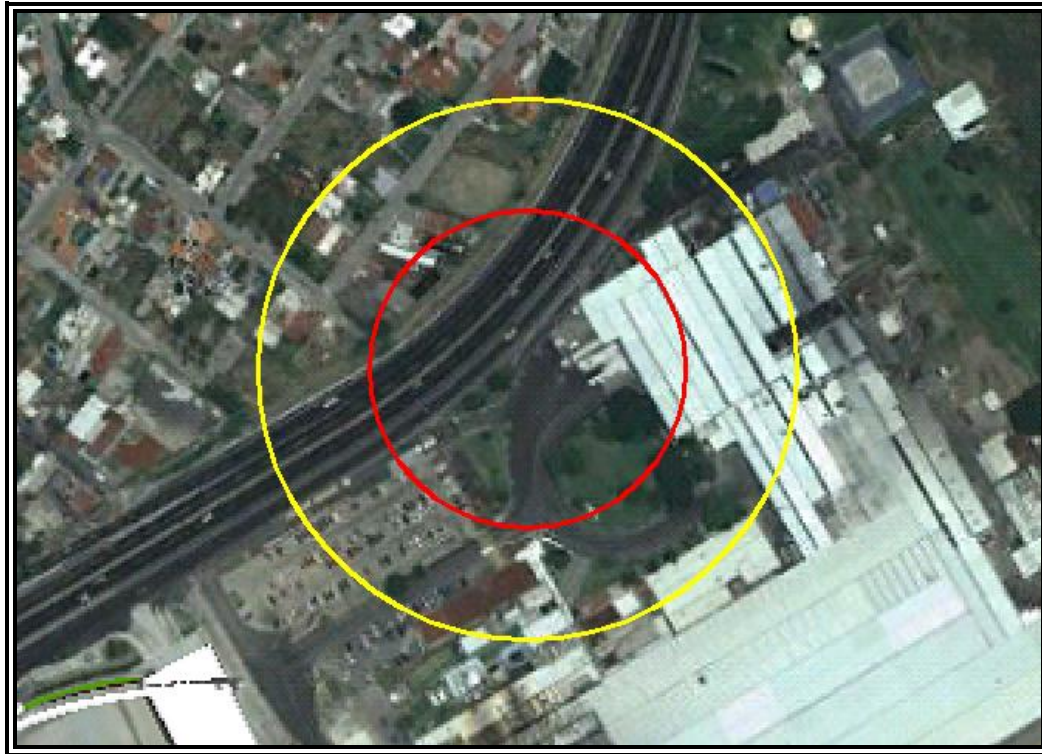
ERM BRIDGESTON (Fuga del 100%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1.0 psi)	167,04
Zona de Amortiguamiento (ZA) (0.5 psi)	283,94

#### Evento 17.4

ERM BRIDGESTON (Fuga del 20%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1.0 psi)	57,12
Zona de Amortiguamiento (ZA) (0.5 psi)	97,10



**Figura VI.3.2.99** Evento 17.3 Explosión no Confinada (Sobrepresión). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1 PSI) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (0,5 PSI) en color amarillo.



**Figura VI.3.2.100** Evento 16.4 Explosión no Confinada (Sobrepresión). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1 PSI) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (0,5 PSI) en color amarillo.

**Radios de Afectación  
Eventos 17.5 y 17.6**

❖ Chorro Horizontal (Isoconcentraciones):

**Evento 17.5**

ERM BRIDGESTON (Fuga del 100%)	
Isoconcentraciones	Radios de Afectación (m)
10 000 ppm	525,93
50 000 ppm	15,41
150 000 ppm	3,29

**Evento 17.6**

ERM BRIDGESTON (Fuga del 20%)	
Isoconcentraciones	Radios de Afectación (m)
10 000 ppm	153,06
50 000 ppm	2,7
150 000 ppm	1,45





Figura VI.3.2.101 Evento 17.5. Radios de concentraciones de Gas Natural en partes por millón (ppm).





**Figura VI.3.2.102** Evento 17.6. Radios de concentraciones de Gas Natural en partes por millón (ppm).

**Escenario 18: Válvula de Seccionamiento No. 01 en Polietileno de alta densidad, con una rotura diametral del 100% y 20% de 6"Φ.**

Se presenta una fuga de Gas Natural la Válvula de Seccionamiento No. 01 de 6"Φ en polietileno de alta densidad, la cual se encuentra instalada en el municipio de Cuernavaca; dicha fuga es causada por una rotura en el gasoducto a causa de una sobrepresión en la línea de suministro.

Consideraciones.

- El tiempo máximo de respuesta por parte del personal operativo para mitigar la fuga en la Válvula de Seccionamiento de 6"Φ se considera de 15 minutos, debido a que las instalaciones cuentan con otras válvulas de bloqueo y medidores de presión que emiten señales a través del sistema de control de Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V.. Además de contar con vialidades existentes en la zona, lo que permite un acceso rápido a la instalación.
- El tipo de liberación de la fuga es continuo durante el tiempo que ocurre.
- A 60 segundos, después de haberse generado la fuga, el Gas Natural entra en contacto con una fuente de ignición (chispa), lo cual provoca un JET FIRE.
- El gas inflamable que se escapa por la rotura del gasoducto, forma una atmósfera explosiva la cual alcanza un punto de ignición (chispa) generado por un vehículo al transitar por la zona, a los 60 segundos de concentración de la nube, originando una explosión no confinada.
- El diámetro del orificio es de 152,4 mm para la rotura del 100% y de 30,48 mm para la rotura del 20% de la Válvula de Seccionamiento de 6"Φ.

Condiciones ambientales y de operación.

- Temperatura del Gas en la tubería: 25°C,
- Velocidad del viento: 1 m/s,
- Humedad relativa: 60%,
- Presión del gas en la tubería: 7,5 Kg/cm<sup>2</sup> (735,498 KPa)
- Altura de la fuente de emisión: 1 m.





Evento 18.1. JET FIRE



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)

TITULO DEL MODELO			
Escenario No.18. Evento 18.1			
DESCRIPCION			
Chorro de fuego originado por una fuga de gas natural, ocasionada por la ruptura diametral del 100% de la válvula de seccionamiento PE No. 01 de 6" de diámetro.			
DATOS DE LA SUSTANCIA			
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos	
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP	
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS	
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE	
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50	
Subfamilia	()		
Fórmula	CH4		
Estructura	CH4		
PARAMETROS DE ENTRADA			
Peso Molecular		16.04246 kg/kmol	
Calor de Combustión		50029.0 kJ/kg	
Concentración Estequiométrica		9.5 %	
Temperatura de Ebullición		111.66 °K (-161.49 °C)	
Humedad relativa		60.00 %	
Temperatura ambiente		298.15 °K (25.00 °C)	
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO			
Diámetro del orificio		0.1524 m	
Presión en la tubería		735498.9 Pa	
Coefficiente de descarga		0.63	
Longitud de la flama		32.353118 m	
Tasa de emisión de masa		14.348025 kg/s	
Clase de emisión		Flujo Sónico	
RADIACIÓN CALCULADA A DISTANCIAS ESPECÍFICAS			
Distancia a nivel de piso (m)	Distancia a fuente puntual (m)	Transmisividad	Radiación (kW/m2)
10.000	19.018	0.79	24.7959
25.000	29.777	0.75	9.7143
50.000	52.552	0.72	2.9635
60.000	62.142	0.71	2.0876
70.000	71.845	0.70	1.5416
80.000	81.619	0.69	1.1808
90.000	91.442	0.68	0.9312
100.000	101.300	0.68	0.7518
150.000	150.870	0.65	0.3270
200.000	200.653	0.64	0.1802
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECÍFICOS			
Radiación (kW/m2)	Distancia (m)	Dosis (W/m2) <sup>4/3</sup> tiempo de exposición= 60.00s	Dosis (W/m2) <sup>4/3</sup> tiempo de duración= 840.00 s
1.4000 E+00	7.3503 E+01	9.3970 E+05	1.3156 E+07
3.0000 E+00	4.9696 E+01	2.5960 E+06	3.6345 E+07
5.0000 E+00	3.7597 E+01	5.1299 E+06	7.1819 E+07
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE DOSIS DE RADIACIÓN ESPECÍFICAS			
Dosis (W/m2) <sup>3/4</sup>	Distancia (m)		
9.3970 E+05	1.9337 E+02		
2.5960 E+06	1.3377 E+02		
5.1299 E+06	1.0428 E+02		



Evento 18.2. JET FIRE



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)

TITULO DEL MODELO			
Escenario No.18. Evento 18.2			
DESCRIPCION			
Chorro de fuego originado por una fuga de gas natural, ocasionada por la ruptura diametral del 20% de la válvula de seccionamiento PE No. 01 de 6" de diámetro.			
DATOS DE LA SUSTANCIA			
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos	
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP	
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS	
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE	
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50	
Subfamilia	()		
Fórmula	CH4		
Estructura	CH4		
PARAMETROS DE ENTRADA			
Peso Molecular		16.04246 kg/kmol	
Calor de Combustión		50029.0 kJ/kg	
Concentración Estequiométrica		9.5 %	
Temperatura de Ebullición		111.66 °K (-161.49 °C)	
Humedad relativa		60.00 %	
Temperatura ambiente		298.15 °K (25.00 °C)	
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO			
Diámetro del orificio		0.03048 m	
Presión en la tubería		735498.9 Pa	
Coefficiente de descarga		0.63	
Longitud de la flama		6.470624 m	
Tasa de emisión de masa		0.573921 kg /s	
Clase de emisión		Flujo Sónico	
RADIACIÓN CALCULADA A DISTANCIAS ESPECÍFICAS			
Distancia a nivel de piso (m)	Distancia a fuente puntual (m)	Transmisividad	Radiación (kW/m2)
10.000	10.510	0.83	3.4254
25.000	25.208	0.77	0.5504
50.000	50.105	0.72	0.1310
60.000	60.087	0.71	0.0896
70.000	70.075	0.70	0.0650
80.000	80.065	0.69	0.0492
90.000	90.058	0.68	0.0385
100.000	100.052	0.68	0.0309
150.000	150.035	0.65	0.0132
200.000	200.026	0.64	0.0073
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECÍFICOS			
Radiación (kW/m2)	Distancia (m)	Dosis (W/m2) <sup>4/3</sup> tiempo de exposición= 60.00s	Dosis (W/m2) <sup>4/3</sup> tiempo de duración= 840.00 s
1.4000 E+00	1.5802 E+01	9.3970 E+05	1.3156 E+07
3.0000 E+00	1.0724 E+01	2.5960 E+06	3.6345 E+07
5.0000 E+00	8.1536 E+00	5.1299 E+06	7.1819 E+07
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE DOSIS DE RADIACIÓN ESPECÍFICAS			
Dosis (W/m2) <sup>3/4</sup>		Distancia (m)	
9.3970 E+05		4.1462 E+01	
2.5960 E+06		2.8697 E+01	
5.1299 E+06		2.2384 E+01	



### Análisis de interacciones del Escenario 18.

El presente escenario consiste en la formación de un Chorro de Fuego originado por una fuga de Gas Natural en el gasoducto, provocada por la ruptura diametral del 100% y 20% de la válvula de Seccionamiento No. 01 en Polietileno de alta densidad de 6"Φ a causa de una sobrepresión en la línea de suministro, lo cual puede llegar a ser catastrófico para la infraestructura presente en la zona donde se suscita el evento. Por tal efecto, y con fundamento en el análisis de riesgo mediante la metodología de Árbol de Fallas, se utilizó el software Árbol de Fallas (FaultREASE; Arthur D Little. Hazard Prevention Magazine) (Ver Anexo No. 10 Árboles de Falla), para determinar la probabilidad de ocurrencia de un incendio en el gasoducto principal de transporte, involucrando causas probables, tales como: fallas de instrumentos y/o accesorios y del material de construcción, principalmente, de lo anterior, y como resultado final se tiene que la probabilidad de ocurrencia de un escenario como el que se plantea es de  $7 \times 10^{-6}$ , lo cual de acuerdo a la Fuente de información consultada, lo cataloga como improbable.

- Fuente: (1) Modelo de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones. Dinámica Heurística. 2005  
 (2) Loss Prevention in the Process Industries, Frank P less, second Edition, 1996. Ed. HB Vol. I, II y III. Hazard Identification Assessment and Control  
 (3) Guidelines for Consequence Analysis of Chemical Releases. American Institute of Chemical Engineers (AIChE). 1999.  
 (4) Guideline for Hazard Evaluation Procedures, Second Edition, AIChE 1992.  
 (5) Fault Tree Handbook, U.S. Nuclear Regulatory Commission, 1981.

A continuación se describen las interacciones que puede llegar a tener una fuga de gas natural que al entrar en contacto con una fuente de ignición se convierte en un Jet Fire (Chorro de Fuego), con la infraestructura presente (unidades médicas, instituciones educativas, viviendas e instalaciones de riesgo), describiendo las consecuencias en caso de presentarse dicho escenario.

**TABLA RESUMEN**

COMPAÑÍA DE AUTOABASTECEDORES DE GAS NATURAL DE MORELOS, S.A. DE C.V.				Escenario 18. CUERNAVACA, MORELOS					
% de Ruptura por un impacto.	Jet Fire		Ver Figura VI.3.2.103 y VI.3.2.104	Explosión no confinada	Ver Figuras VI.3.2.105 y VI.3.2.106	Chorro Horizontal	Ver Figuras VI.3.2.107 y VI.3.2.108		
	Eventos 18.1 y 18.2			Eventos 18.3 y 18.4		Eventos 18.5 y 18.6			
Válvula de Seccionamiento No. 01	Radios de afectación (R.A) (m)	Radiación Térmica (RT)	Zonas de Riesgo (ZR)	Radios de Afectación (m)	Sobrepresión y Zonas de Riesgo.	Radios de Afectación (m)	Isoconcentración (ppm)		
Cuernavaca, Morelos.									
Evento al 100%	18.1	37,59	ZAR 5 Kw/m <sup>2</sup>	18.3	370	ZAR 1 psi	18.5	108,83	10 000
		73,5	ZA 1.4 Kw/m <sup>2</sup>		544,89	ZA 0,5 psi		15,5	50 000
								0	150 000
Evento al 20%	18.2	15,8	ZAR	18.4	40,20	ZAR	18.6	62,89	10 000
		8,15	ZA		68,35	ZA		0	50 000
								0	150 000



Efectos sobre la población y/o infraestructura existentes en la ZA y ZAR																			
<p>Jet Fire (Ver Figura VI.3.2.103 y VI.3.2.104)</p>	<p>⌘ <u>Infraestructura dentro de la ZAR (25 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 37 m).</u>            - Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 160 y que se encuentren dentro de la ZAR al momento en que ocurra el siniestro.</p> <p>⌘ <u>Personas que transiten por la carretera Federal No. 160, mismas que se encuentren dentro de la ZAR (25 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 37 m), al momento que ocurra el siniestro:</u>            - A los 13 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo,            - A los 40 segundos, presentarán quemaduras de segundo grado, considerando también asfixia por la disminución de Oxígeno y la exposición a los humos generados por el incendio.</p> <p>⌘ <u>Infraestructura presente en la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 37 hasta 73 m).</u>            - Casas habitación de la colonia Satélite,            - Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 160 y que se encuentren dentro de la ZA al momento en que ocurra el siniestro.</p> <p>⌘ <u>Personas que transiten por la carretera Federal No. 160, mismas que se encuentren dentro de la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 37 hasta 73 m), al momento que ocurra el siniestro:</u>            - A los 115 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo en la piel expuesta,            - Después de 663 segundos (11.05 min.), presentarán quemaduras de segundo grado.</p>																		
<p>Explosión no Confinada (Ver Figura VI.3.2.105 y VI.3.2.106)</p>	<p>⌘ <u>Infraestructura y habitantes presentes en la ZAR (330 psi a 1 psi en un radio de 0 m hasta 116,61 m) y ZA (1 psi a 0,5 psi en un radio a partir de 116,61 m hasta 198,23 m).</u>            - Casas habitación de la colonia Satélite,            - Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 160 y que se encuentren dentro de la ZA al momento en que ocurra la explosión,            - Estacionamiento del centro comercial (Comercial Mexicana) a 170 m de distancia,            - Instalaciones y estacionamiento del centro comercial Chedraui a 190 m de distancia.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Sobrepresión</th> <th>Daño esperado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.0</td> <td>Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.</td> </tr> <tr> <td>2.0</td> <td>Colapso parcial de muros y techos de casas.</td> </tr> <tr> <td>3.0</td> <td>Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.</td> </tr> <tr> <td>4.0</td> <td>Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.</td> </tr> <tr> <td>5.0</td> <td>Postes de madera arrancados</td> </tr> <tr> <td>7.0</td> <td>Volcadura de carros de ferrocarril con carga</td> </tr> <tr> <td>9.0</td> <td>Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.</td> </tr> <tr> <td>10.0</td> <td>Posible destrucción total de edificios.</td> </tr> </tbody> </table>	Sobrepresión	Daño esperado	1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.	2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.	3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.	4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.	5.0	Postes de madera arrancados	7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga	9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.	10.0	Posible destrucción total de edificios.
Sobrepresión	Daño esperado																		
1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.																		
2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.																		
3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.																		
4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.																		
5.0	Postes de madera arrancados																		
7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga																		
9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.																		
10.0	Posible destrucción total de edificios.																		
<p>Chorro Horizontal (Ver Figura VI.3.2.107 y VI.3.2.108)</p>	<p>Daños en la salud de los habitantes localizados dentro de cualquiera de los radios de afectación, ya que de acuerdo a la <b>OSHA (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional)</b>, el gas natural se considera como un asfixiante simple a cualquier concentración, por lo que no se establecen tiempos máximos permisibles de exposición a dicha sustancia de acuerdo a la NOM-010-STPS-1999.</p>																		





Por lo anterior, Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V. deberá de:

- Realizar celajes diarios por parte de técnicos capacitados (equipados con Radio con frecuencia controlada y con teléfono celular) y contar con registros de las verificaciones a realizar en cada uno de los recorridos por las instalaciones,
- Contar con un sistema de comunicación directa con oficinas de ELEC NOR, para reportar cualquier falla en el suministro de Gas, así como cualquier emergencia que requiera el cierre del Gasoducto operado por ELEC NOR. Así mismo mantener comunicación permanente mediante Radio de frecuencia controlada con el personal responsable de la operación del Gasoducto,
- Elaborar y poner en práctica un programa de capacitación dirigido al personal operativo, en relación a los procedimientos establecidos para la ejecución de las actividades de mantenimiento,
- Elaborar y poner en práctica una lista de verificación de tuberías, con el objeto de llevar un control en cuanto a la integridad mecánica de las mismas,
- Las actividades de verificación visual, se deberán realizar diariamente, y al detectar alguna anomalía en la instalación, actuar correctamente con apego a los procedimientos establecidos,
- Instalar letreros y señalamientos alusivos al peligro que representa la instalación, con el objeto de alertar a las personas que transitan por dicha zona.

### Radios de Afectación Eventos 18.1 y 18.2

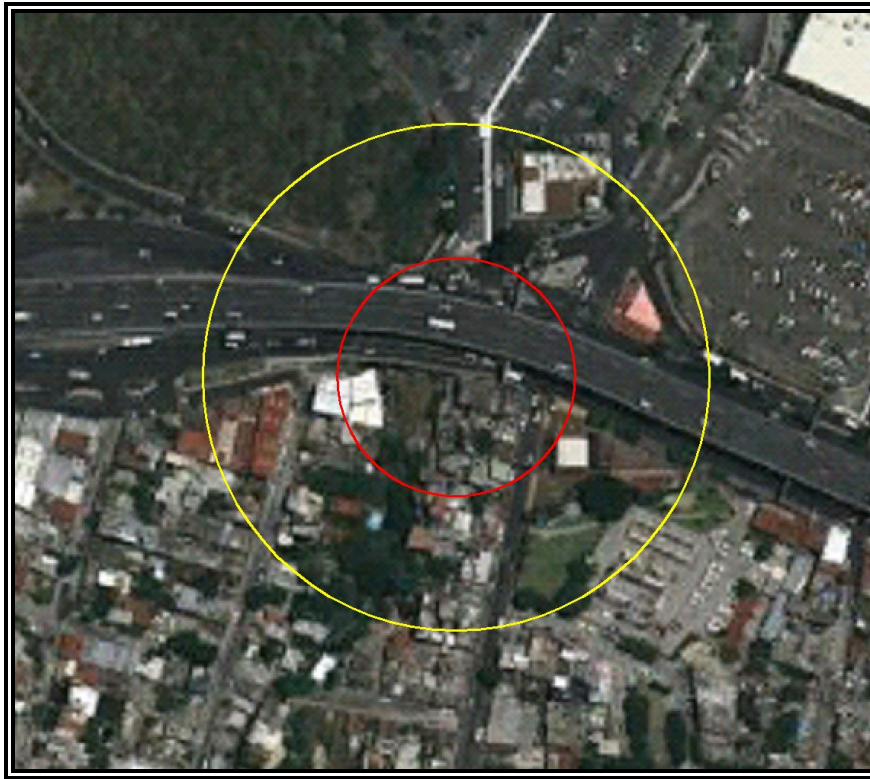
Incendio (Radiación Térmica):

#### Evento 18.1

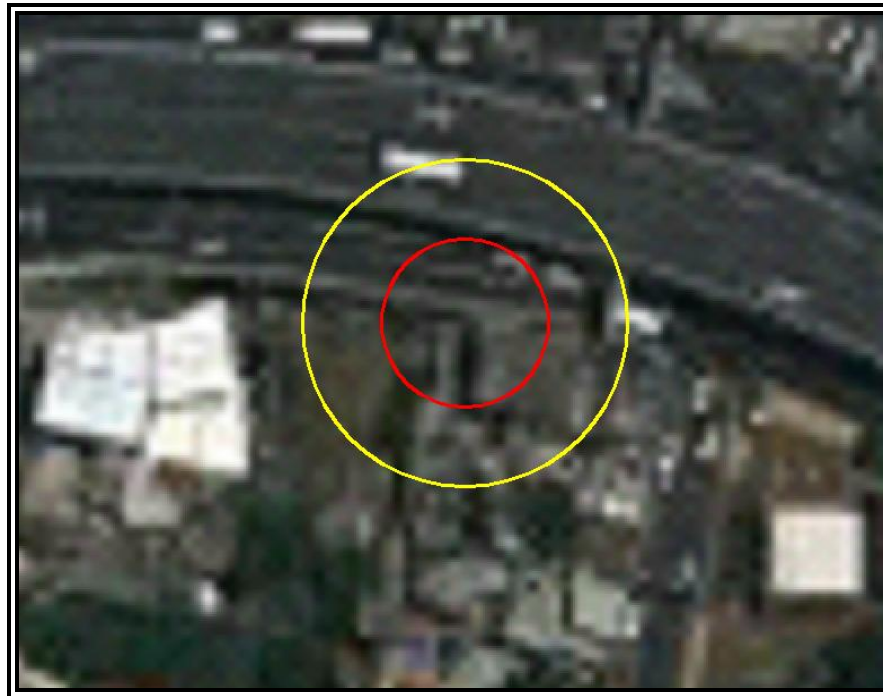
Válvula de Seccionamiento No. 01 (Fuga del 100%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m <sup>2</sup> )	37,59
Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m <sup>2</sup> )	73,5

#### Evento 18.2

Válvula de Seccionamiento No. 01 (Fuga del 20%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m <sup>2</sup> )	15,8
Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m <sup>2</sup> )	8,15



**Figura VI.3.2.103** Evento 18.1 Incendio (Radiación Térmica). Zona de Alto Riesgo (ZAR) ( $5 \text{ KW/m}^2$ ) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) ( $1.4 \text{ KW/m}^2$ ) en color amarillo.



**Figura VI.3.2.104** Evento 18.2 Incendio (Radiación Térmica). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m<sup>2</sup>) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m<sup>2</sup>) en color amarillo.  
**Evento 18.3. Explosión no Confinada.**



**SCRI-FUEGO**

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

**Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas**

TITULO DEL MODELO	
Escenario No. 18. Evento 18.3	
DESCRIPCION	
Explosión no confinada originada por una fuga de gas natural, debido a la ruptura diámetro del 100% de la válvula de seccionamiento PE No. 01 de 6	
DATOS DE LA SUSTANCIA	
Nombre	METANO (METHANE)
No. CAS	74-82-8
Nombre CAS	METHANE
Nombre IUPAC	METHANE
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)
Subfamilia	()
Fórmula	CH <sub>4</sub>
Estructura	CH <sub>4</sub>
Sinónimos	FIRE DAMP MARSH GAS METHYL HYDRIDE REFRIGERANT 50
PARAMETROS DE ENTRADA	
Peso del material en la nube	840 kg
Factor de Eficiencia Explosiva	0.03
Límite Inferior de Explosividad	5 %
Límite Superior de Explosividad	15 %
Calor de Combustión	50029 kJ/kg
Calor de Combustión del TNT (RMP)	4680 kJ/kg
Masa Equivalente en TNT	269.386923076923 kg
Distancia mínima de cálculo	0.435296725099661
Distancia máxima de cálculo	258.336335370719
Distancia total del cálculo	257.901038645619
PRESION CALCULADA A DISTANCIAS DE INTERÉS	

Distancia (m)	Presión (kPa)	Presión (psi)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
5.0000000	2274.9667269	329.9587693	0.2967985	196.1711089	0.7347183
10.0000000	511.9786461	74.2568416	1.0502812	171.8769716	2.1327540
20.0000000	128.0000000	18.5000000	4.2000000	100.0000000	3.0000000

Si Ar



Evento 18.4. Explosión no Confinada



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas

TITULO DEL MODELO	
Escenario No. 11. Evento 11.4	
DESCRIPCION	
Explosión no confinada originada por una fuga de gas natural, debido a la ruptura diámetro del 20% de la válvula de seccionamiento PE No. 01 de 6" de diámetro.	
DATOS DE LA SUSTANCIA	
Nombre	METANO (METHANE)
No. CAS	74-82-8
Nombre CAS	METHANE
Nombre IUPAC	METHANE
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)
Subfamilia	()
Fórmula	CH4
Estructura	CH4
Sinónimos	FIRE DAMP MARSH GAS METHYL HYDRIDE REFRIGERANT 50
PARAMETROS DE ENTRADA	
Peso del material en la nube	34.434 kg
Factor de Eficiencia Explosiva	0.03
Límite Inferior de Explosividad	5 %
Límite Superior de Explosividad	15 %
Calor de Combustión	50029 kJ/kg
Calor de Combustión del TNT (RMP)	4680 kJ/kg
Masa Equivalente en TNT	11.0429396538462 kg
Distancia mínima de cálculo	0.150091050115764
Distancia máxima de cálculo	89.0748071903642
Distancia total del cálculo	88.9247161402484

Presión calculada a distancias de interés

Distancia (m)	Presión (kPa)	Presión (psi)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
5.0000000	218.0658194	31.6280359	2.1012632	120.5570356	2.1275439
10.0000000	52.3132915	7.5874645	6.9704325	65.1763998	3.6193641
20.0000000	17.2085629	2.4959118	18.8451876	34.3909319	4.6240707





**Radios de Afectación  
Eventos 18.3 y 18.4**

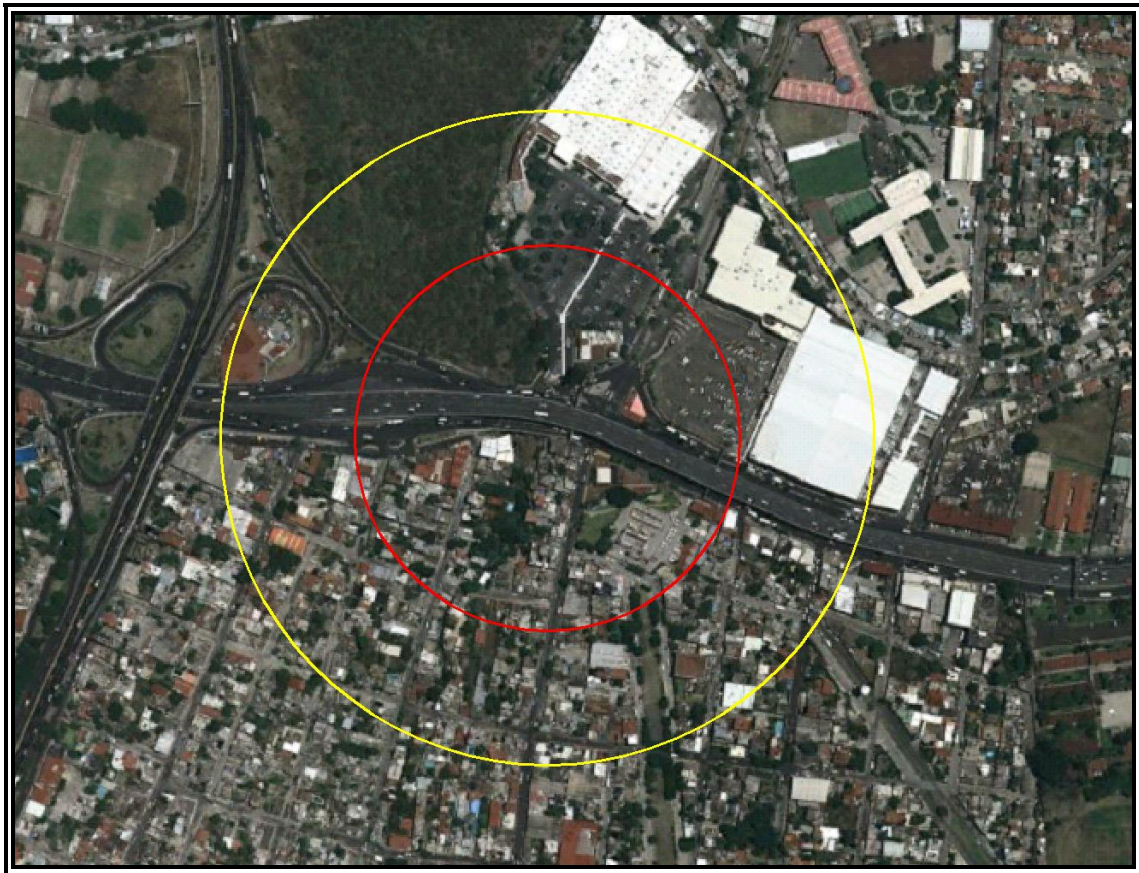
❖ Sobrepresión (Explosión):

**Evento 18.3**

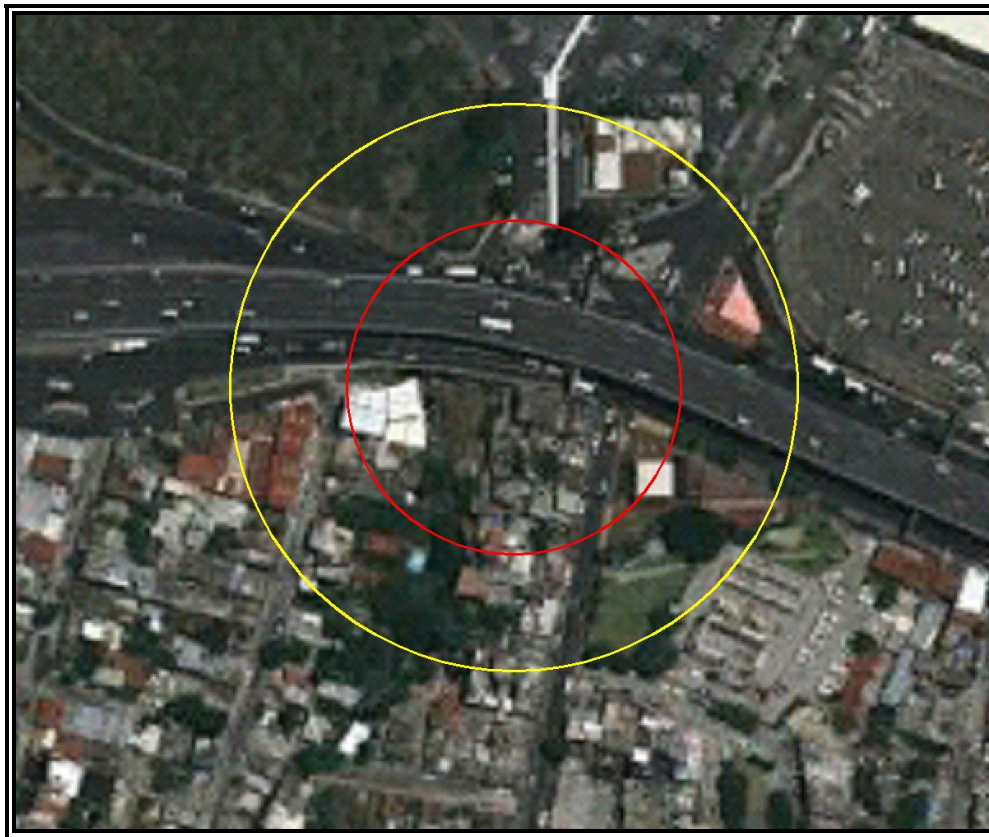
Válvula de Seccionamiento No. 01 (Fuga del 100%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1.0 psi)	116,61
Zona de Amortiguamiento (ZA) (0.5 psi)	198,23

**Evento 18.4**

Válvula de Seccionamiento No. 01 (Fuga del 20%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1.0 psi)	40,20
Zona de Amortiguamiento (ZA) (0.5 psi)	68,35



**Figura VI.3.2.105** Evento 18.3 Explosión no Confinada (Sobrepresión). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1 PSI) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (0,5 PSI) en color amarillo.



**Figura VI.3.2.106** Evento 18.4 Explosión no Confinada (Sobrepresión). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1 PSI) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (0,5 PSI) en color amarillo.

**Radios de Afectación  
Eventos 19.5 y 19.6**

❖ Chorro Horizontal (Isoconcentraciones):

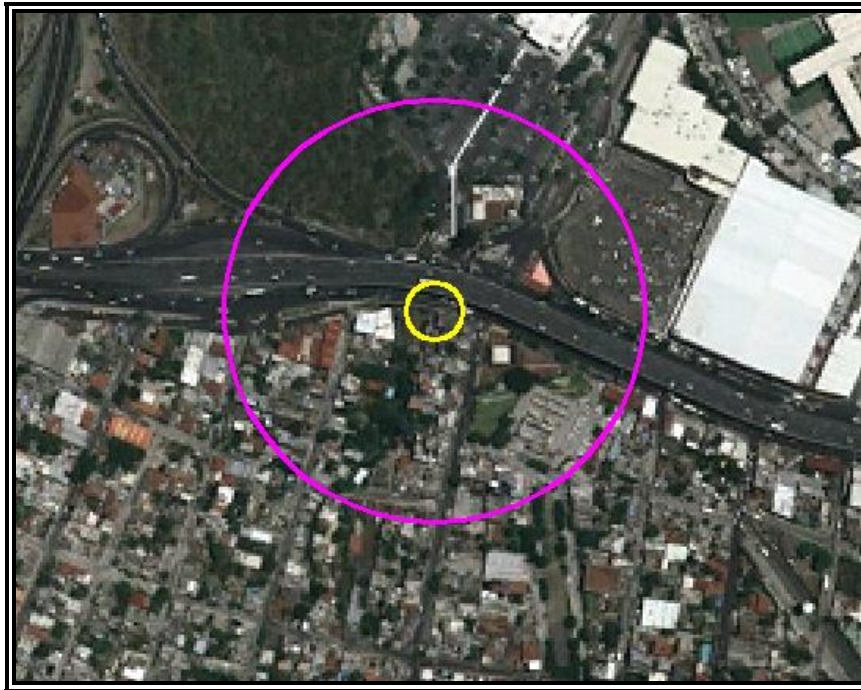
**Evento 19.5**

Válvula de Seccionamiento No. 03 (Fuga del 100%)	
Isoconcentraciones	Radios de Afectación (m)
10 000 ppm	108,83
50 000 ppm	15,5
150 000 ppm	0

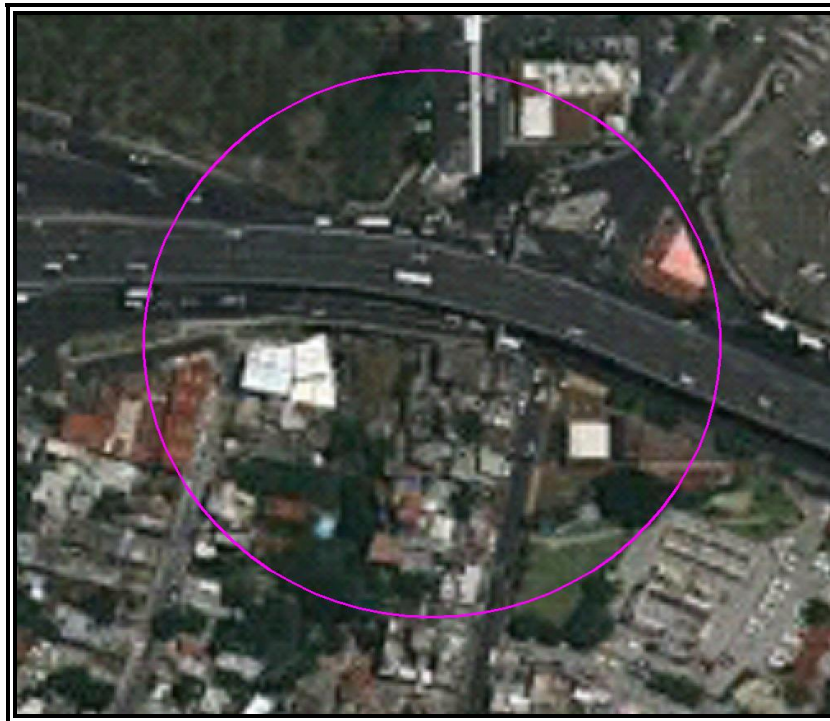
**Evento 19.6**

Válvula de Seccionamiento No. 03 (Fuga del 20%)	
Isoconcentraciones	Radios de Afectación (m)
10 000 ppm	62,89
50 000 ppm	0
150 000 ppm	0





**Figura VI.3.2.107** Evento 18.5. Radios de concentraciones de Gas Natural en partes por millón (ppm).



**Figura VI.3.2.108** Evento 18.6. Radios de concentraciones de Gas Natural en partes por millón (ppm).





**Escenario 19: Válvula de Seccionamiento No. 03 en Acero al Carbón, con una rotura diametral del 100% y 20% de 6"Φ.**

Se presenta una fuga de Gas Natural en la Válvula de Seccionamiento No. 03 de 6"Φ en Acero al Carbón, la cual se encuentra instalada en el municipio de Cuernavaca; dicha fuga es causada por una rotura en el gasoducto a causa de una sobrepresión en la línea de suministro.

Consideraciones.

- El tiempo máximo de respuesta por parte del personal operativo para mitigar la fuga en la Válvula de Seccionamiento de 6"Φ se considera de 15 minutos, debido a que las instalaciones cuentan con otras válvulas de bloqueo y medidores de presión que emiten señales a través del sistema de control de Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V.. Además de contar con vialidades existentes en la zona, lo que permite un acceso rápido a la instalación.
- El tipo de liberación de la fuga es continuo durante el tiempo que ocurre.
- A 60 segundos, después de haberse generado la fuga, el Gas Natural entra en contacto con una fuente de ignición (chispa), lo cual provoca un JET FIRE.
- El gas inflamable que se escapa por la rotura del gasoducto, forma una atmósfera explosiva la cual alcanza un punto de ignición (chispa) generado por un vehículo al transitar por la zona, a los 60 segundos de concentración de la nube, originando una explosión no confinada.
- El diámetro del orificio es de 152,4 mm para la rotura del 100% y de 30,48 mm para la rotura del 20% de la Válvula de Seccionamiento de 6"Φ.

Condiciones ambientales y de operación.

- Temperatura del Gas en la tubería: 25°C,
- Velocidad del viento: 1 m/s,
- Humedad relativa: 60%,
- Presión del gas en la tubería: 21,5 Kg/cm<sup>2</sup> (2 109,2 KPa)
- Altura de la fuente de emisión: 1 m.



Evento 19.1. JET FIRE



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)

TITULO DEL MODELO

Escenario No.19. Evento 19.1

DESCRIPCION

Chorro de fuego originado por una fuga de gas natural, ocasionada por la ruptura diametral del 100% de la válvula de seccionamiento AC No. 03 de 6" de diámetro.

DATOS DE LA SUSTANCIA

Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50
Subfamilia	()	
Fórmula	CH4	
Estructura	CH4	

PARAMETROS DE ENTRADA

Peso Molecular	16.04246 kg/kmol
Calor de Combustión	50029.0 kJ/kg
Concentración Estequiométrica	9.5 %
Temperatura de Ebullición	111.66 °K (-161.49 °C)
Humedad relativa	60.00 %
Temperatura ambiente	298.15 °K (25.00 °C)

CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO

Diámetro del orificio	0.1524 m
Presión en la tubería	2109200.0 Pa
Coefficiente de descarga	0.63
Longitud de la flama	32.353118 m
Tasa de emisión de masa	41.146023 kg /s
Clase de emisión	Flujo Sónico

RADIACION CALCULADA A DISTANCIAS ESPECIFICAS

Distancia a nivel de piso (m)	Distancia a fuente puntual (m)	Transmisividad	Radiación (kW/m2)
10.000	19.018	0.79	71.1074
25.000	29.777	0.75	27.8579
50.000	52.552	0.72	8.4984
60.000	62.142	0.71	5.9867
70.000	71.845	0.70	4.4208
80.000	81.619	0.69	3.3863
90.000	91.442	0.68	2.6704
100.000	101.300	0.68	2.1560
150.000	150.870	0.65	0.9377
200.000	200.653	0.64	0.5167

DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACION ESPECIFICOS

Radiación (kW/m2)	Distancia (m)	Dosis (W/m2)^4/3 tiempo de exposición= 60.00s	Dosis (W/m2)^4/3 tiempo de duración= 840.00 s
1.4000 E+00	1.2354 E+02	9.3970 E+05	1.3156 E+07
3.0000 E+00	8.4996 E+01	2.5960 E+06	3.6345 E+07
5.0000 E+00	6.5800 E+01	5.1299 E+06	7.1819 E+07

DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE DOSIS DE RADIACION ESPECIFICAS

Dosis (W/m2)^3/4	Distancia (m)
9.3970 E+05	3.2084 E+02
2.5960 E+06	2.2249 E+02
5.1299 E+06	1.7395 E+02



Evento 19.2. JET FIRE



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)

TITULO DEL MODELO			
Escenario No.19. Evento 19.2			
DESCRIPCION			
Chorro de fuego originado por una fuga de gas natural, ocasionada por la ruptura diametral del 20% de la válvula de seccionamiento AC No. 03 de 6" de diámetro.			
DATOS DE LA SUSTANCIA			
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos	
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP	
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS	
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE	
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50	
Subfamilia	()		
Fórmula	CH4		
Estructura	CH4		
PARAMETROS DE ENTRADA			
Peso Molecular		16.04246	kg/kmol
Calor de Combustión		50029.0	kJ/kg
Concentración Estequiométrica		9.5	%
Temperatura de Ebullición		111.66	°K (-161.49 °C)
Humedad relativa		60.00	%
Temperatura ambiente		298.15	°K (25.00 °C)
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO			
Diámetro del orificio		0.03048	m
Presión en la tubería		2109200.0	Pa
Coefficiente de descarga		0.63	
Longitud de la flama		6.470624	m
Tasa de emisión de masa		1.645841	kg /s
Clase de emisión		Flujo Sónico	
RADIACION CALCULADA A DISTANCIAS ESPECIFICAS			
Distancia a nivel de piso (m)	Distancia a fuente puntual (m)	Transmisividad	Radiación (kW/m2)
10.000	10.510	0.83	9.8231
25.000	25.208	0.77	1.5783
50.000	50.105	0.72	0.3756
60.000	60.087	0.71	0.2569
70.000	70.075	0.70	0.1863
80.000	80.065	0.69	0.1410
90.000	90.058	0.68	0.1103
100.000	100.052	0.68	0.0885
150.000	150.035	0.65	0.0379
200.000	200.026	0.64	0.0208
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACION ESPECIFICOS			
Radiación (kW/m2)	Distancia (m)	Dosis (W/m2) <sup>4/3</sup> tiempo de exposición= 60.00s	Dosis (W/m2) <sup>4/3</sup> tiempo de duración= 840.00 s
1.4000 E+00	2.6507 E+01	9.3970 E+05	1.3156 E+07
3.0000 E+00	1.8259 E+01	2.5960 E+06	3.6345 E+07
5.0000 E+00	1.4157 E+01	5.1299 E+06	7.1819 E+07
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE DOSIS DE RADIACION ESPECIFICAS			
Dosis (W/m2) <sup>3/4</sup>	Distancia (m)		
9.3970 E+05	6.8774 E+01		
2.5960 E+06	4.7701 E+01		
5.1299 E+06	3.7302 E+01		



### Análisis de interacciones del Escenario 19.

El presente escenario consiste en la formación de un Chorro de Fuego originado por una fuga de Gas Natural en el gasoducto, provocada por la ruptura diametral del 100% y 20% de la válvula de Seccionamiento No. 01 en Acero al Carbón de 6"Φ a causa de una sobrepresión en la línea de suministro, lo cual puede llegar a ser catastrófico para la infraestructura presente en la zona donde se suscita el evento. Por tal efecto, y con fundamento en el análisis de riesgo mediante la metodología de Árbol de Fallas, se utilizó el software Árbol de Fallas (FaultREASE; Arthur D Little. Hazard Prevention Magazine) (Ver Anexo No. 10 Árboles de Falla), para determinar la probabilidad de ocurrencia de un incendio en el gasoducto principal de transporte, involucrando causas probables, tales como: fallas de instrumentos y/o accesorios y del material de construcción, principalmente, de lo anterior, y como resultado final se tiene que la probabilidad de ocurrencia de un escenario como el que se plantea es de  $7 \times 10^{-6}$ , lo cual de acuerdo a la Fuente de información consultada, lo cataloga como improbable.

- Fuente: (1) Modelo de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones. Dinámica Heurística. 2005  
 (2) Loss Prevention in the Process Industries, Frank P less, second Edition, 1996. Ed. HB Vol. I, II y III. Hazard Identification Assessment and Control  
 (3) Guidelines for Consequence Analysis of Chemical Releases. American Institute of Chemical Engineers (AIChE). 1999.  
 (4) Guideline for Hazard Evaluation Procedures, Second Edition, AIChE 1992.  
 (5) Fault Tree Handbook, U.S. Nuclear Regulatory Commission, 1981.

A continuación se describen las interacciones que puede llegar a tener una fuga de gas natural que al entrar en contacto con una fuente de ignición se convierte en un Jet Fire (Chorro de Fuego), con la infraestructura presente (unidades médicas, instituciones educativas, viviendas e instalaciones de riesgo), describiendo las consecuencias en caso de presentarse dicho escenario.

**TABLA RESUMEN**

COMPAÑÍA DE AUTOABASTECEDORES DE GAS NATURAL DE MORELOS, S.A. DE C.V.				Escenario 19. JIUTEPEC, MORELOS					
% de Ruptura por un impacto.	Jet Fire		Ver Figura VI.3.2.109 y VI.3.2.110	Explosión no confinada	Ver Figuras VI.3.2.111 y VI.3.2.112		Chorro Horizontal	Ver Figuras VI.3.2.113 y VI.3.2.114	
	Eventos 191 y 19.2				Eventos 19.3 y 19.4			Eventos 19.5 y 19.6	
Válvula de Seccionamiento No. 03	Radios de afectación (R.A) (m)		Radiación Térmica (RT) Zonas de Riesgo (ZR)	Radios de Afectación (m)	Sobrepresión y Zonas de Riesgo.		Radios de Afectación (m)	Isoconcentración (ppm)	
Jiutepec, Morelos.									
Evento al 100%	19.1	65,80	ZAR 5 Kw/m <sup>2</sup>	19.3	167,04	ZAR 1 psi	19.5	114,48	10 000
		123,54	ZA 1.4 Kw/m <sup>2</sup>		283,94	ZA 0,5 psi		15,39	50 000
								0	150 000
Evento al 20%	19.2	14,15	ZAR	19.4	57,12	ZAR	19.6	115,12	10 000
		26,50	ZA		97,10	ZA		0	50 000
								0	150 000





Efectos sobre la población y/o infraestructura existentes en la ZA y ZAR																
<p>Jet Fire (Ver Figura VI.3.2.109 y VI.3.2.110)</p>	<p>⌘ <u>Infraestructura dentro de la ZAR (71 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 65,8 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 160 y que se encuentren dentro de la ZAR al momento en que ocurra el siniestro,</li> <li>- Estación para el suministro de combustible (gasolinera) a 13 m de distancia,</li> <li>- Estación para el suministro de combustible (gasolinera) a 20 m de distancia,</li> </ul> <p>⌘ <u>Personas que transiten por la carretera Federal No. 160, mismas que se encuentren dentro de la ZAR (71 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 65,8 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 13 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo,</li> <li>- A los 40 segundos, presentarán quemaduras de segundo grado, considerando también asfixia por la disminución de Oxígeno y la exposición a los humos generados por el incendio.</li> </ul> <p>⌘ <u>Infraestructura presente en la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 65,8 hasta 123,54 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalaciones de un Motel a 52 m,</li> <li>- Establecimiento de refacciones automotrices a 64 m de distancia,</li> <li>- Usuarios de la carretera Federal No. 160 que se localicen dentro de la ZA.</li> </ul> <p>⌘ <u>Personas que transiten por la carretera Federal No. 160, mismas que se encuentren dentro de la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 65,8 hasta 123,54 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 115 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo en la piel expuesta,</li> <li>- Después de 663 segundos (11.05 min.), presentarán quemaduras de segundo grado.</li> </ul>															
	<p>⌘ <u>Infraestructura y habitantes presentes en la ZAR (624 psi a 1 psi en un radio de 0 m hasta 167,04 m) y ZA (1 psi a 0,5 psi en un radio a partir de 167,04 m hasta 283,94 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 160 y que se encuentren dentro de la ZAR al momento en que ocurra el siniestro,</li> <li>- Estación para el suministro de combustible (gasolinera) a 13 m de distancia,</li> <li>- Estación para el suministro de combustible (gasolinera) a 20 m de distancia,</li> <li>- Instalaciones de un Motel a 52 m,</li> <li>- Establecimiento de refacciones automotrices a 64 m de distancia,</li> <li>- Instalaciones del Centro de Emergencias CIVAC a 86 m,</li> <li>- Tienda automotriz a 108 m,</li> <li>- Empresa ferretera a 90 m de distancia,</li> <li>- Taller de servicios automotrices a 129 m de distancia,</li> <li>- Comercio "Porcelanite" a 150 m de distancia,</li> <li>- Establecimiento de muebles a 160 m,</li> <li>- Canchas de fut bol a 176 m,</li> <li>- Casas habitación de las colonias Bugambillas, El Edén y Puente Blanco.</li> </ul>															
	<p>Explosión no Confinada (Ver Figura VI.3.2.111 y VI.3.2.112)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Sobrepresión</th> <th>Daño esperado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.0</td> <td>Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.</td> </tr> <tr> <td>2.0</td> <td>Colapso parcial de muros y techos de casas.</td> </tr> <tr> <td>3.0</td> <td>Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.</td> </tr> <tr> <td>4.0</td> <td>Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.</td> </tr> <tr> <td>5.0</td> <td>Postes de madera arrancados</td> </tr> <tr> <td>7.0</td> <td>Volcadura de carros de ferrocarril con carga</td> </tr> <tr> <td>9.0</td> <td>Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.</td> </tr> </tbody> </table>	Sobrepresión	Daño esperado	1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.	2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.	3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.	4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.	5.0	Postes de madera arrancados	7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga	9.0
Sobrepresión	Daño esperado															
1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.															
2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.															
3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.															
4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.															
5.0	Postes de madera arrancados															
7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga															
9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.															



10.0	Posible destrucción total de edificios.
------	---

Chorro Horizontal (Ver Figura VI.3.2.113 y VI.3.2.114)	Daños en la salud de los habitantes localizados dentro de cualquiera de los radios de afectación, ya que de acuerdo a la <b>OSHA (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional)</b> , el gas natural se considera como un asfixiante simple a cualquier concentración, por lo que no se establecen tiempos máximos permisibles de exposición a dicha sustancia de acuerdo a la NOM-010-STPS-1999.
--	--

Por lo anterior, Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V. deberá de:

- Realizar celajes diarios por parte de técnicos capacitados (equipados con Radio con frecuencia controlada y con teléfono celular) y contar con registros de las verificaciones a realizar en cada uno de los recorridos por las instalaciones,
- Contar con un sistema de comunicación directa con oficinas de ELEC NOR, para reportar cualquier falla en el suministro de Gas, así como cualquier emergencia que requiera el cierre del Gasoducto operado por ELEC NOR. Así mismo mantener comunicación permanente mediante Radio de frecuencia controlada con el personal responsable de la operación del Gasoducto,
- Elaborar y poner en práctica un programa de capacitación dirigido al personal operativo, en relación a los procedimientos establecidos para la ejecución de las actividades de mantenimiento,
- Elaborar y poner en práctica una lista de verificación de tuberías, con el objeto de llevar un control en cuanto a la integridad mecánica de las mismas,
- Las actividades de verificación visual, se deberán realizar diariamente, y al detectar alguna anomalía en la instalación, actuar correctamente con apego a los procedimientos establecidos,
- Instalar letreros y señalamientos alusivos al peligro que representa la instalación, con el objeto de alertar a las personas que transitan por dicha zona.

### Radios de Afectación Eventos 19.1 y 19.2

Incendio (Radiación Térmica):

#### Evento 19.1

Válvula de Seccionamiento No. 03 (Fuga del 100%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m <sup>2</sup> )	65,80
Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m <sup>2</sup> )	123,54

#### Evento 19.2

Válvula de Seccionamiento No. 03 (Fuga del 20%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m <sup>2</sup> )	14,15
Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m <sup>2</sup> )	26,50



Figura VI.3.2.113 Evento 19.1 Incendio (Radiación Térmica). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m<sup>2</sup>) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m<sup>2</sup>) en color amarillo.

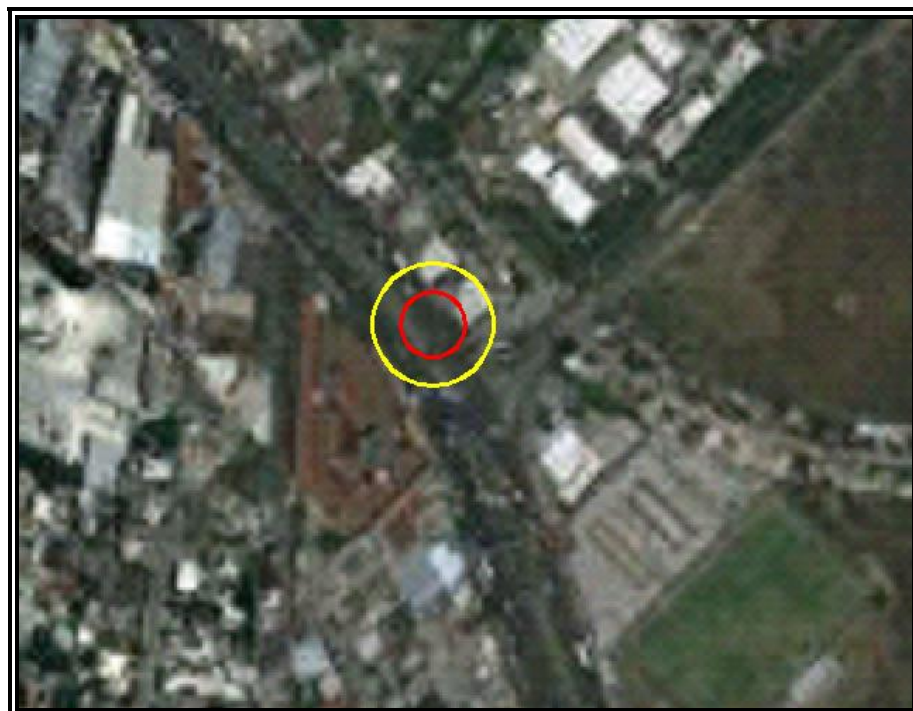




Figura VI.3.2.114 Evento 19.2 Incendio (Radiación Térmica). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m<sup>2</sup>) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m<sup>2</sup>) en color amarillo.

Evento 19.3. Explosión no Confinada.



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones


Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas

TITULO DEL MODELO					
Escenario No. 19. Evento 19.3					
DESCRIPCION					
Explosión no confinada originada por una fuga de gas natural, debido a la ruptura diámetro del 100% de la válvula de seccionamiento AC No. 03 de 6" de diámetro.					
DATOS DE LA SUSTANCIA					
Nombre	METANO (METHANE)			Sinónimos	
No. CAS	74-82-8			FIRE DAMP	
Nombre CAS	METHANE			MARSH GAS	
Nombre IUPAC	METHANE			METHYL HYDRIDE	
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)			REFRIGERANT 50	
Subfamilia	()				
Fórmula	CH4				
Estructura	CH4				
PARAMETROS DE ENTRADA					
Peso del material en la nube				2468.76138 kg	
Factor de Eficiencia Explosiva				0.03	
Limite Inferior de Explosividad				5%	
Limite Superior de Explosividad				15%	
Calor de Combustión				50029 kJ/kg	
Calor de Combustión del TNT (RMP)				4680 kJ/kg	
Masa Equivalente en TNT				791.728609487308 kg	
Distancia mínima de cálculo				0.62352232724832	
Distancia máxima de cálculo				370.04292418298	
Distancia total del cálculo				369.419401855731	
PRESION CALCULADA A DISTANCIAS DE INTERÉS					
Distancia (m)	Presión (kPa)	Presión (psi)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
5.000000	4301.9831886	623.9550943	0.1623752	166.8103898	0.3138991
10.000000	1148.5450029	166.5837532	0.5386712	228.9185180	2.0096444
20.000000	237.5749060	34.4578132	1.9594833	124.9035565	2.0930370
30.000000	98.3686031	14.2672782	4.0596818	86.6165136	3.0092307
50.000000	37.7684936	5.4779024	9.2803929	55.2594663	3.8996946
70.000000	22.0972972	3.2049686	15.0063678	40.4907509	4.3741887
100.000000	13.3168675	1.9314644	23.8647961	28.7661181	4.9095458
150.000000	7.8863813	1.1438324	39.0178185	19.4360267	5.5808121
200.000000	5.5013602	0.7979115	54.5614039	14.7085992	6.0650353
DISTANCIAS CALCULADAS SEGÚN LAS PRESIONES DE INTERÉS					
Presión (kPa)	Presión (psi)	Distancia (m)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
137.8940000	20.0000000	25.5569611	3.0622064	99.7882456	2.5999234
103.4205000	15.0000000	29.2805018	3.8923182	88.4784205	2.9550329
68.9470000	10.0000000	35.8571543	5.4905268	74.1406631	3.3676192
34.4735000	5.0000000	52.7967279	10.0640349	52.6017820	3.9775200
27.5788000	4.0000000	60.6057087	12.2866774	46.3417006	4.1712131
20.6841000	3.0000000	73.1774337	15.9340331	38.8236311	4.4377880
13.7894000	2.0000000	97.4569835	23.1065135	29.4913465	4.8688623
6.8947000	1.0000000	167.0433024	44.2813291	17.5166443	5.7630431
3.4473500	0.5000000	283.9465114	80.9068542	10.3847593	6.6462484





Evento 19.4. Explosión no Confinada

 <b>SCRI-FUEGO</b> Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones					
Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas					
TITULO DEL MODELO					
Escenario No. 19. Evento 19.3					
DESCRIPCION					
Explosión no confinada originada por una fuga de gas natural, debido a la ruptura diametral del 100% de la válvula de seccionamiento AC No. 03 de 6" de diámetro.					
DATOS DE LA SUSTANCIA					
Nombre	METANO (METHANE)			Sinónimos	
No. CAS	74-82-8			FIRE DAMP	
Nombre CAS	METHANE			MARSH GAS	
Nombre IUPAC	METHANE			METHYL HYDRIDE	
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)			REFRIGERANT 50	
Subfamilia	()				
Fórmula	CH4				
Estructura	CH4				
PARAMETROS DE ENTRADA					
Peso del material en la nube				2468.76138 kg	
Factor de Eficiencia Explosiva				0.03	
Límite Inferior de Explosividad				5%	
Límite Superior de Explosividad				15%	
Calor de Combustión				50029 kJ/kg	
Calor de Combustión del TNT (RMP)				4680 kJ/kg	
Masa Equivalente en TNT				791.728609487308 kg	
Distancia mínima de cálculo				0.62352232724832	
Distancia máxima de cálculo				370.04292418298	
Distancia total del cálculo				369.419401855731	
PRESION CALCULADA A DISTANCIAS DE INTERÉS					
Distancia (m)	Presión (kPa)	Presión (psi)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
5.000000	4301.9831886	623.9550943	0.1623752	166.8103898	0.3138991
10.000000	1148.5450029	166.5837532	0.5386712	228.9185180	2.0096444
20.000000	237.5749060	34.4576132	1.9594833	124.9035565	2.0930370
30.000000	98.3686031	14.2672782	4.0596818	86.6165136	3.0092307
50.000000	37.7684936	5.4779024	9.2803929	55.2594663	3.8996946
70.000000	22.0972972	3.2049686	15.0063678	40.4907509	4.3741887
100.000000	13.3168675	1.9314644	23.8647961	28.7661181	4.9095458
150.000000	7.8863813	1.1438324	39.0178185	19.4360267	5.5808121
200.000000	5.5013602	0.7979115	54.5614039	14.7085992	6.0650353
DISTANCIAS CALCULADAS SEGÚN LAS PRESIONES DE INTERÉS					
Presión (kPa)	Presión (psi)	Distancia (m)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
137.8940000	20.0000000	25.5569611	3.0622064	99.7882456	2.5999234
103.4205000	15.0000000	29.2805018	3.8923182	88.4784205	2.9550329
68.9470000	10.0000000	35.8571543	5.4905268	74.1406631	3.3676192
34.4735000	5.0000000	52.7967279	10.0640349	52.6017820	3.9775200
27.5788000	4.0000000	60.6057087	12.2866774	46.3417006	4.1712131
20.6841000	3.0000000	73.1774337	15.9340331	38.8236311	4.4377880
13.7894000	2.0000000	97.4569835	23.1065135	29.4913465	4.8688623
6.8947000	1.0000000	167.0433024	44.2813291	17.5166443	5.7630431
3.4473500	0.5000000	283.9465114	80.9068542	10.3847593	6.6462484



**Radios de Afectación  
Eventos 19.3 y 19.4**

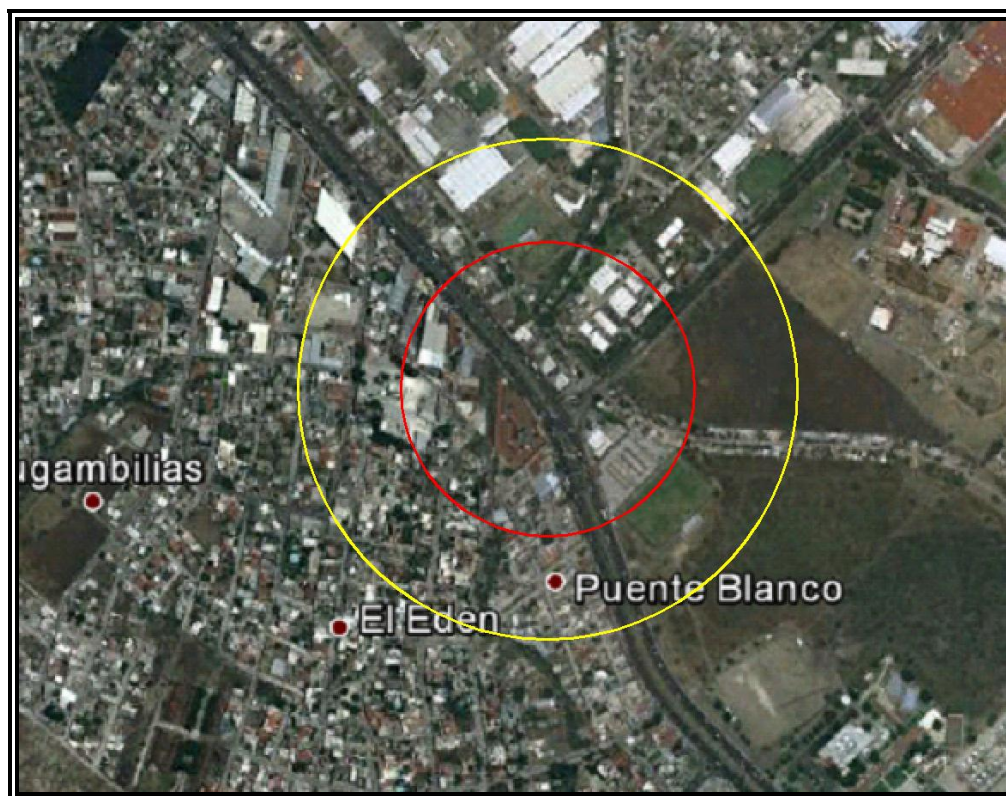
❖ Sobrepresión (Explosión):

**Evento 19.3**

Válvula de Seccionamiento No. 03 (Fuga del 100%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1.0 psi)	167,04
Zona de Amortiguamiento (ZA) (0.5 psi)	283,94

**Evento 19.4**

Válvula de Seccionamiento No. 03 (Fuga del 20%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1.0 psi)	57,12
Zona de Amortiguamiento (ZA) (0.5 psi)	97,10



**Figura VI.3.2.112** Evento 19.3 Explosión no Confinada (Sobrepresión). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1 PSI) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (0,5 PSI) en color amarillo.



**Figura VI.3.2.113** Evento 19.4 Explosión no Confinada (Sobrepresión). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1 PSI) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (0,5 PSI) en color amarillo.

**Radios de Afectación  
Eventos 19.5 y 19.6**

❖ Chorro Horizontal (Isoconcentraciones):

**Evento 19.5**

Válvula de Seccionamiento No. 03 (Fuga del 100%)	
Isoconcentraciones	Radios de Afectación (m)
10 000 ppm	114,48
50 000 ppm	15,39
150 000 ppm	0

**Evento 19.6**

Válvula de Seccionamiento No. 03 (Fuga del 20%)	
Isoconcentraciones	Radios de Afectación (m)
10 000 ppm	115,12
50 000 ppm	0
150 000 ppm	0





Figura VI.3.2.113 Evento 19.5. Radios de concentraciones de Gas Natural en partes por millón (ppm).







**Figura VI.3.2.113** Evento 19.6. Radios de concentraciones de Gas Natural en partes por millón (ppm).

**Escenario 20: Válvula de Seccionamiento No. 04 en Acero al Carbón, con una rotura diametral del 100% y 20% de 6"Φ.**

Se presenta una fuga de Gas Natural en la Válvula de Seccionamiento No. 04 de 6"Φ en Acero al Carbón, la cual se encuentra instalada en el municipio de Cuernavaca; dicha fuga es causada por una rotura en el gasoducto a causa de una sobrepresión en la línea de suministro.

Consideraciones.

- El tiempo máximo de respuesta por parte del personal operativo para mitigar la fuga en la Válvula de Seccionamiento de 6"Φ se considera de 15 minutos, debido a que las instalaciones cuentan con otras válvulas de bloqueo y medidores de presión que emiten señales a través del sistema de control de Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V.. Además de contar con vialidades existentes en la zona, lo que permite un acceso rápido a la instalación.
- El tipo de liberación de la fuga es continuo durante el tiempo que ocurre.
- A 60 segundos, después de haberse generado la fuga, el Gas Natural entra en contacto con una fuente de ignición (chispa), lo cual provoca un JET FIRE.
- El gas inflamable que se escapa por la rotura del gasoducto, forma una atmósfera explosiva la cual alcanza un punto de ignición (chispa) generado por un vehículo al transitar por la zona, a los 60 segundos de concentración de la nube, originando una explosión no confinada.
- El diámetro del orificio es de 152,4 mm para la rotura del 100% y de 30,48 mm para la rotura del 20% de la Válvula de Seccionamiento de 6"Φ.

Condiciones ambientales y de operación.

- Temperatura del Gas en la tubería: 25°C,
- Velocidad del viento: 1 m/s,
- Humedad relativa: 60%,
- Presión del gas en la tubería: 21,5 Kg/cm<sup>2</sup> (2 109,2 KPa)
- Altura de la fuente de emisión: 1 m.



Evento 20.1. JET FIRE



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)

TITULO DEL MODELO			
Escenario No.20. Evento 20.1			
DESCRIPCION			
Chorro de fuego originado por una fuga de gas natural, ocasionada por la ruptura diametral del 100% de la válvula de seccionamiento AC No. 04 de 6" de diámetro.			
DATOS DE LA SUSTANCIA			
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos	
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP	
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS	
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE	
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50	
Subfamilia	()		
Fórmula	CH4		
Estructura	CH4		
PARAMETROS DE ENTRADA			
Peso Molecular		16.04246 kg/kmol	
Calor de Combustión		50029.0 kJ/kg	
Concentración Estequiométrica		9.5 %	
Temperatura de Ebullición		111.66 °K (-161.49 °C)	
Humedad relativa		60.00 %	
Temperatura ambiente		298.15 °K (25.00 °C)	
CARACTERISTICAS DEL FUEGO			
Diámetro del orificio		0.1524 m	
Presión en la tubería		2109200.0 Pa	
Coefficiente de descarga		0.63	
Longitud de la flama		32.353118 m	
Tasa de emisión de masa		41.146023 kg/s	
Clase de emisión		Flujo Sónico	
RADIACION CALCULADA A DISTANCIAS ESPECIFICAS			
Distancia a nivel de piso (m)	Distancia a fuente puntual (m)	Transmisividad	Radiación (kW/m2)
10.000	19.018	0.79	71.1074
25.000	29.777	0.75	27.8579
50.000	52.552	0.72	8.4984
60.000	62.142	0.71	5.9867
70.000	71.845	0.70	4.4208
80.000	81.619	0.69	3.3863
90.000	91.442	0.68	2.6704
100.000	101.300	0.68	2.1560
150.000	150.870	0.65	0.9377
200.000	200.653	0.64	0.5167
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACION ESPECIFICOS			
Radiación (kW/m2)	Distancia (m)	Dosis (W/m2) <sup>4/3</sup> tiempo de exposición= 60.00s	Dosis (W/m2) <sup>4/3</sup> tiempo de duración= 840.00 s
1.4000 E+00	1.2354 E+02	9.3970 E+05	1.3156 E+07
3.0000 E+00	8.4996 E+01	2.5960 E+06	3.6345 E+07
5.0000 E+00	6.5800 E+01	5.1299 E+06	7.1819 E+07
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE DOSIS DE RADIACION ESPECIFICAS			
Dosis (W/m2) <sup>3/4</sup>	Distancia (m)		
9.3970 E+05	3.2084 E+02		
2.5960 E+06	2.2249 E+02		
5.1299 E+06	1.7395 E+02		



Evento 20.2. JET FIRE



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)

TITULO DEL MODELO

Escenario No.20. Evento 20.2

DESCRIPCION

Chorro de fuego originado por una fuga de gas natural, ocasionada por la ruptura diametral del 20% de la válvula de seccionamiento AC No. 04 de 6" de diámetro.

DATOS DE LA SUSTANCIA

Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50
Subfamilia	()	
Fórmula	CH4	
Estructura	CH4	

PARAMETROS DE ENTRADA

Peso Molecular	16.04246 kg/kmol
Calor de Combustión	50029.0 kJ/kg
Concentración Estequiométrica	9.5 %
Temperatura de Ebullición	111.66 °K (-161.49 °C)
Humedad relativa	60.00 %
Temperatura ambiente	298.15 °K (25.00 °C)

CARACTERISTICAS DEL FUEGO

Diámetro del orificio	0.03048 m
Presión en la tubería	2109200.0 Pa
Coefficiente de descarga	0.63
Longitud de la flama	6.470624 m
Tasa de emisión de masa	1.645841 kg/s
Clase de emisión	Flujo Sónico

RADIACION CALCULADA A DISTANCIAS ESPECIFICAS

Distancia a nivel de piso (m)	Distancia a fuente puntual (m)	Transmisividad	Radiación (kW/m2)
10.000	10.510	0.83	9.8231
25.000	25.208	0.77	1.5783
50.000	50.105	0.72	0.3756
60.000	60.087	0.71	0.2569
70.000	70.075	0.70	0.1863
80.000	80.065	0.69	0.1410
90.000	90.058	0.68	0.1103
100.000	100.052	0.68	0.0865
150.000	150.035	0.65	0.0379
200.000	200.026	0.64	0.0208

DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACION ESPECIFICOS

Radiación (kW/m2)	Distancia (m)	Dosis (W/m2)^4/3 tiempo de exposición= 60.00s	Dosis (W/m2)^4/3 tiempo de duración= 840.00 s
1.4000 E+00	2.6507 E+01	9.3970 E+05	1.3156 E+07
3.0000 E+00	1.8259 E+01	2.5960 E+06	3.6345 E+07
5.0000 E+00	1.4157 E+01	5.1299 E+06	7.1819 E+07

DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE DOSIS DE RADIACION ESPECIFICAS

Dosis (W/m2)^3/4	Distancia (m)
9.3970 E+05	6.8774 E+01
2.5960 E+06	4.7701 E+01
5.1299 E+06	3.7302 E+01



### Análisis de interacciones del Escenario 20.

El presente escenario consiste en la formación de un Chorro de Fuego originado por una fuga de Gas Natural en el gasoducto, provocada por la ruptura diametral del 100% y 20% de la válvula de Seccionamiento No. 04 en Acero al Carbón de 6"Φ a causa de una sobrepresión en la línea de suministro, lo cual puede llegar a ser catastrófico para la infraestructura presente en la zona donde se suscita el evento. Por tal efecto, y con fundamento en el análisis de riesgo mediante la metodología de Árbol de Fallas, se utilizó el software Árbol de Fallas (FaultREASE; Arthur D Little. Hazard Prevention Magazine) (Ver Anexo No. 10 Árboles de Falla), para determinar la probabilidad de ocurrencia de un incendio en el gasoducto principal de transporte, involucrando causas probables, tales como: fallas de instrumentos y/o accesorios y del material de construcción, principalmente, de lo anterior, y como resultado final se tiene que la probabilidad de ocurrencia de un escenario como el que se plantea es de  $7 \times 10^{-6}$ , lo cual de acuerdo a la Fuente de información consultada, lo cataloga como improbable.

- Fuente: (1) Modelo de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones. Dinámica Heurística. 2005  
 (2) Loss Prevention in the Process Industries, Frank P less, second Edition, 1996. Ed. HB Vol. I, II y III. Hazard Identification Assessment and Control  
 (3) Guidelines for Consequence Analysis of Chemical Releases. American Institute of Chemical Engineers (AIChE). 1999.  
 (4) Guideline for Hazard Evaluation Procedures, Second Edition, AIChE 1992.  
 (5) Fault Tree Handbook, U.S. Nuclear Regulatory Commission, 1981.

A continuación se describen las interacciones que puede llegar a tener una fuga de gas natural que al entrar en contacto con una fuente de ignición se convierte en un Jet Fire (Chorro de Fuego), con la infraestructura presente (unidades médicas, instituciones educativas, viviendas e instalaciones de riesgo), describiendo las consecuencias en caso de presentarse dicho escenario.

**TABLA RESUMEN**

COMPAÑÍA DE AUTOABASTECEDORES DE GAS NATURAL DE MORELOS, S.A. DE C.V.				Escenario 20. JIUTEPEC, MORELOS					
% de Ruptura por un impacto.	Jet Fire		Ver Figura VI.3.2.115 y VI.3.2.116	Explosión no confinada	Ver Figuras VI.3.2.117 y VI.3.2.118		Chorro Horizontal	Ver Figuras VI.3.2.119 y VI.3.2.120	
	Eventos 20.1 y 20.2				Eventos 20.3 y 20.4			Eventos 20.5 y 20.6	
Válvula de Seccionamiento No. 04	Radios de afectación (R.A) (m)	Radiación Térmica (RT)	Zonas de Riesgo (ZR)	Radios de Afectación (m)	Sobrepresión y Zonas de Riesgo.	Radios de Afectación (m)	Isoconcentración (ppm)		
Jiutepec, Morelos.									
Evento al 100%	20.1	65,80	ZAR 5 Kw/m <sup>2</sup>	20.3	167,04	ZAR 1 psi	20.5	114,48	10 000
		123,54	ZA 1.4 Kw/m <sup>2</sup>		283,94	ZA 0,5 psi		15,39	50 000
	0			0	150 000				
Evento al 20%	20.2	14,15	ZAR	20.4	57,12	ZAR	20.6	115,12	10 000
		26,50	ZA		97,10	ZA		0	50 000
	0			0	150 000				





<b>Efectos sobre la población y/o infraestructura existentes en la ZA y ZAR</b>													
<b>Jet Fire (Ver Figura VI.3.2.115 y VI.3.2.116)</b>	<p>⌘ <u>Infraestructura dentro de la ZAR (71 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 65,8 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 160 y que se encuentren dentro de la ZAR al momento en que ocurra el siniestro,</li> <li>- Estación para el suministro de combustible (gasolinera) a 46 m de distancia,</li> <li>- Centro de Atención a emergencias CIVAC a 53 m,</li> <li>- Estación para el suministro de combustible (gasolinera) a 65 m de distancia,</li> </ul> <p>⌘ <u>Personas que transiten por la carretera Federal No. 160, mismas que se encuentren dentro de la ZAR (71 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 65,8 m):</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 13 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo,</li> <li>- A los 40 segundos, presentarán quemaduras de segundo grado, considerando también asfixia por la disminución de Oxígeno y la exposición a los humos generados.</li> </ul> <p>⌘ <u>Infraestructura presente en la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 65,8 hasta 123,54 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 160 y que se encuentren dentro de la ZAR al momento en que ocurra el siniestro,</li> <li>- Centro de Atención a emergencias CIVAC a 53 m,</li> <li>- Estación para el suministro de combustible (gasolinera) a 46 m de distancia,</li> <li>- Estación para el suministro de combustible (gasolinera) a 65 m de distancia.</li> </ul> <p>⌘ <u>Personas que transiten por la carretera Federal No. 160, mismas que se encuentren dentro de la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 65,8 hasta 123,54 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 115 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo en la piel expuesta,</li> <li>- Después de 663 segundos (11.05 min.), presentarán quemaduras de segundo grado.</li> </ul>												
<b>Explosión no Confinada (Ver Figura VI.3.2.117 y VI.3.2.128)</b>	<p>⌘ <u>Infraestructura y habitantes presentes en la ZAR (624 psi a 1 psi en un radio de 0 m hasta 167,04 m) y ZA (1 psi a 0,5 psi en un radio a partir de 167,04 m hasta 283,94 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 160 y que se encuentren dentro de la ZAR al momento en que ocurra el siniestro,</li> <li>- Estación para el suministro de combustible (gasolinera) a 46 m de distancia,</li> <li>- Estación para el suministro de combustible (gasolinera) a 65 m de distancia,</li> <li>- Instalaciones de un Motel a 103 m,</li> <li>- Establecimiento de refacciones automotrices a 116 m de distancia,</li> <li>- Instalaciones del Centro de Emergencias CIVAC a 86 m,</li> <li>- Tienda automotriz a 116 m,</li> <li>- Empresa ferretera a 154 m de distancia,</li> <li>- Taller de servicios automotrices a 180 m de distancia,</li> <li>- Comercio "Porcelanite" a 1980 m de distancia,</li> <li>- Establecimiento de muebles a 220 m,</li> <li>- Canchas de fut bol a 198 m,</li> </ul> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 20%;">Sobrepresión</th> <th style="width: 80%;">Daño esperado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1.0</td> <td>Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2.0</td> <td>Colapso parcial de muros y techos de casas.</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3.0</td> <td>Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">4.0</td> <td>Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">5.0</td> <td>Postes de madera arrancados</td> </tr> </tbody> </table>	Sobrepresión	Daño esperado	1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.	2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.	3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.	4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.	5.0	Postes de madera arrancados
Sobrepresión	Daño esperado												
1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.												
2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.												
3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.												
4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.												
5.0	Postes de madera arrancados												



	7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga
	9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.
	10.0	Posible destrucción total de edificios.

Chorro Horizontal (Ver Figura VI.3.2.113 y VI.3.2.114)	Daños en la salud de los habitantes localizados dentro de cualquiera de los radios de afectación, ya que de acuerdo a la <b>OSHA (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional)</b> , el gas natural se considera como un asfixiante simple a cualquier concentración, por lo que no se establecen tiempos máximos permisibles de exposición a dicha sustancia de acuerdo a la NOM-010-STPS-1999.
---	--

Por lo anterior, Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V. deberá de:

- Realizar celajes diarios por parte de técnicos capacitados (equipados con Radio con frecuencia controlada y con teléfono celular) y contar con registros de las verificaciones a realizar en cada uno de los recorridos por las instalaciones,
- Contar con un sistema de comunicación directa con oficinas de ELEC NOR, para reportar cualquier falla en el suministro de Gas, así como cualquier emergencia que requiera el cierre del Gasoducto operado por ELEC NOR. Así mismo mantener comunicación permanente mediante Radio de frecuencia controlada con el personal responsable de la operación del Gasoducto,
- Elaborar y poner en práctica un programa de capacitación dirigido al personal operativo, en relación a los procedimientos establecidos para la ejecución de las actividades de mantenimiento,
- Elaborar y poner en práctica una lista de verificación de tuberías, con el objeto de llevar un control en cuanto a la integridad mecánica de las mismas,
- Las actividades de verificación visual, se deberán realizar diariamente, y al detectar alguna anomalía en la instalación, actuar correctamente con apego a los procedimientos establecidos,
- Instalar letreros y señalamientos alusivos al peligro que representa la instalación, con el objeto de alertar a las personas que transitan por dicha zona.

### Radios de Afectación Eventos 20.1 y 20.2

Incendio (Radiación Térmica):

#### Evento 20.1

Válvula de Seccionamiento No. 04 (Fuga del 100%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m <sup>2</sup> )	65,80
Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m <sup>2</sup> )	123,54

#### Evento 20.2

Válvula de Seccionamiento No. 04 (Fuga del 20%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m <sup>2</sup> )	14,15
Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m <sup>2</sup> )	26,50



**Figura VI.3.2.115** Evento 20.1 Incendio (Radiación Térmica). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5  $\text{KW/m}^2$ ) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4  $\text{KW/m}^2$ ) en color amarillo.

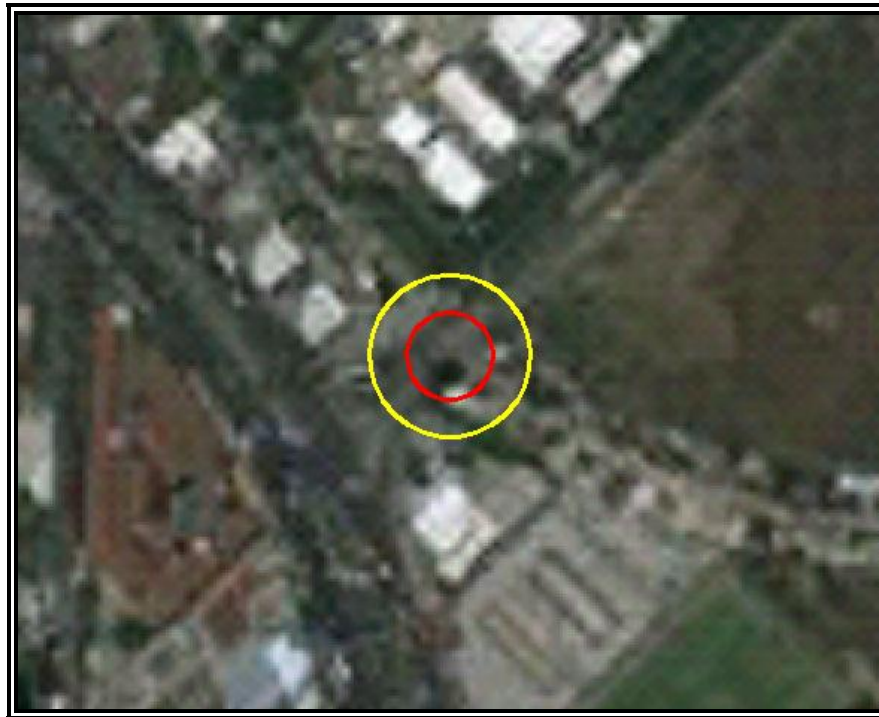


Figura VI.3.2.116 Evento 20.2 Incendio (Radiación Térmica). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m<sup>2</sup>) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m<sup>2</sup>) en color amarillo.

Evento 20.3. Explosión no Confinada.



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas

TITULO DEL MODELO	
Escenario No. 20. Evento 20.3	
DESCRIPCION	
Explosión no confinada originada por una fuga de gas natural, debido a la ruptura diámetro del 100% de la válvula de seccionamiento AC No. 04 de 6" de diámetro.	
DATOS DE LA SUSTANCIA	
Nombre	METANO (METHANE)
No. CAS	74-82-8
Nombre CAS	METHANE
Nombre IUPAC	METHANE
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)
Subfamilia	()
Fórmula	CH4
Estructura	CH4
Sinónimos	FIRE DAMP MARSH GAS METHYL HYDRIDE REFRIGERANT 50
PARAMETROS DE ENTRADA	
Peso del material en la nube	2468.76138 kg
Factor de Eficiencia Explosiva	0.03
Límite Inferior de Explosividad	5%
Límite Superior de Explosividad	15%
Calor de Combustión	50029 kJ/kg
Calor de Combustión del TNT (RMP)	4680 kJ/kg
Masa Equivalente en TNT	791.728609487308 kg
Distancia mínima de cálculo	0.62352232724832
Distancia máxima de cálculo	370.04292418298
Distancia total del cálculo	369.419401855731

PRESION CALCULADA A DISTANCIAS DE INTERÉS					
Distancia (m)	Presión (kPa)	Presión (psi)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
5.0000000	4301.9831886	623.9550943	0.1623752	166.8103898	0.3138991
10.0000000	1148.5450029	166.5837532	0.5386712	228.9185180	2.0096444
20.0000000	237.5749060	34.4576132	1.9594833	124.9035565	2.0930370

SEM  
Amb





### Evento 20.4. Explosión no Confinada



#### SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

#### Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas

TITULO DEL MODELO					
Escenario No. 20. Evento 20.4					
DESCRIPCION					
Explosión no confinada originada por una fuga de gas natural, debido a la ruptura diámetro del 20% de la válvula de seccionamiento AC No. 04 de 6" de diámetro.					
DATOS DE LA SUSTANCIA					
Nombre	METANO (METHANE)				
No. CAS	74-82-8				
Nombre CAS	METHANE				
Nombre IUPAC	METHANE				
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)				
Subfamilia	()				
Fórmula	CH4				
Estructura	CH4				
Sinónimos	FIRE DAMP MARSH GAS METHYL HYDRIDE REFRIGERANT 50				
PARAMETROS DE ENTRADA					
Peso del material en la nube	98.748 kg				
Factor de Eficiencia Explosiva	0.03				
Límite Inferior de Explosividad	5%				
Límite Superior de Explosividad	15%				
Calor de Combustión	50029 kJ/kg				
Calor de Combustión del TNT (RMP)	4680 kJ/kg				
Masa Equivalente en TNT	31.668357 kg				
Distancia mínima de cálculo	0.213239869095295				
Distancia máxima de cálculo	126.551851095131				
Distancia total del cálculo	126.338611226035				
PRESION CALCULADA A DISTANCIAS DE INTERÉS					
Distancia (m)	Presión (kPa)	Presión (psi)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)

S  
A



**Radios de Afectación  
Eventos 20.3 y 20.4**

❖ Sobrepresión (Explosión):

**Evento 20.3**

Válvula de Seccionamiento No. 04 (Fuga del 100%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1.0 psi)	167,04
Zona de Amortiguamiento (ZA) (0.5 psi)	283,94

**Evento 20.4**

Válvula de Seccionamiento No. 04 (Fuga del 20%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1.0 psi)	57,12
Zona de Amortiguamiento (ZA) (0.5 psi)	97.10



**Figura VI.3.2.117** Evento 19.3 Explosión no Confinada (Sobrepresión). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1 PSI) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (0,5 PSI) en color amarillo.



**Figura VI.3.2.118** Evento 19.4 Explosión no Confinada (Sobrepresión). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1 PSI) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (0,5 PSI) en color amarillo.

**Radios de Afectación  
Eventos 20.5 y 20.6**

❖ Chorro Horizontal (Isoconcentraciones):

**Evento 20.5**

Válvula de Seccionamiento No. 04 (Fuga del 100%)	
Isoconcentraciones	Radios de Afectación (m)
10 000 ppm	114,48
50 000 ppm	15,39
150 000 ppm	0

**Evento 20.6**

Válvula de Seccionamiento No. 04 (Fuga del 20%)	
Isoconcentraciones	Radios de Afectación (m)
10 000 ppm	115,12
50 000 ppm	0
150 000 ppm	0





Figura VI.3.2.119 Evento 20.5. Radios de concentraciones de Gas Natural en partes por millón (ppm).



Figura VI.3.2.120 Evento 20.6. Radios de concentraciones de Gas Natural en partes por millón (ppm).



**Escenario 21: Válvula de Seccionamiento No. 07 en Polietileno de alta densidad, con una rotura diametral del 100% y 20% de 4"Φ.**

Se presenta una fuga de Gas Natural en la Válvula de Seccionamiento No. 07 de 4"Φ en Polietileno de alta densidad, la cual se encuentra instalada en el municipio de Jiutepec; dicha fuga es causada por una rotura en el gasoducto a causa de una sobrepresión en la línea de suministro.

Consideraciones.

- El tiempo máximo de respuesta por parte del personal operativo para mitigar la fuga en la Válvula de Seccionamiento de 4"Φ se considera de 15 minutos, debido a que las instalaciones cuentan con otras válvulas de bloqueo y medidores de presión que emiten señales a través del sistema de control de Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V.. Además de contar con vialidades existentes en la zona, lo que permite un acceso rápido a la instalación.
- El tipo de liberación de la fuga es continuo durante el tiempo que ocurre.
- A 60 segundos, después de haberse generado la fuga, el Gas Natural entra en contacto con una fuente de ignición (chispa), lo cual provoca un JET FIRE.
- El gas inflamable que se escapa por la rotura del gasoducto, forma una atmósfera explosiva la cual alcanza un punto de ignición (chispa) generado por un vehículo al transitar por la zona, a los 60 segundos de concentración de la nube, originando una explosión no confinada.
- El diámetro del orificio es de 101,6 mm para la rotura del 100% y de 20,32 mm para la rotura del 20% de la Válvula de Seccionamiento de 4"Φ.

Condiciones ambientales y de operación.

- Temperatura del Gas en la tubería: 25°C,
- Velocidad del viento: 1 m/s,
- Humedad relativa: 60%,
- Presión del gas en la tubería: 7,5 Kg/cm<sup>2</sup> (735,49 KPa)
- Altura de la fuente de emisión: 1 m.



Evento 21.1. JET FIRE



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)

TITULO DEL MODELO			
Escenario No.21. Evento 21.1			
DESCRIPCION			
Chorro de fuego originado por una fuga de gas natural, ocasionada por la ruptura diametral del 100% de la válvula de seccionamiento PE No. 07 de 4" de diámetro.			
DATOS DE LA SUSTANCIA			
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos	
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP	
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS	
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE	
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50	
Subfamilia	()		
Fórmula	CH4		
Estructura	CH4		
PARAMETROS DE ENTRADA			
Peso Molecular		16.04246 kg/kmol	
Calor de Combustión		50029.0 kJ/kg	
Concentración Estequiométrica		9.5 %	
Temperatura de Ebullición		111.66 °K (-161.49 °C)	
Humedad relativa		60.00 %	
Temperatura ambiente		298.15 °K (25.00 °C)	
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO			
Diámetro del orificio		0.1016 m	
Presión en la tubería		735498.9 Pa	
Coefficiente de descarga		0.63	
Longitud de la flama		21.568745 m	
Tasa de emisión de masa		6.3769 kg /s	
Clase de emisión		Flujo Sónico	
RADIACIÓN CALCULADA A DISTANCIAS ESPECÍFICAS			
Distancia a nivel de piso (m)	Distancia a fuente puntual (m)	Transmisividad	Radiación (kW/m2)
10.000	14.707	0.80	18.8585
25.000	27.227	0.76	5.2060
50.000	51.150	0.72	1.3937
60.000	60.961	0.71	0.9658
70.000	70.826	0.70	0.7059
80.000	80.724	0.69	0.5371
90.000	90.644	0.68	0.4215
100.000	100.580	0.68	0.3392
150.000	150.387	0.65	0.1463
200.000	200.291	0.64	0.0804
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECÍFICOS			
Radiación (kW/m2)	Distancia (m)	Dosis (W/m2) <sup>4/3</sup> tiempo de exposición= 60.00s	Dosis (W/m2) <sup>4/3</sup> tiempo de duración= 840.00 s
1.4000 E+00	4.9904 E+01	9.3970 E+05	1.3156 E+07
3.0000 E+00	3.3774 E+01	2.5960 E+06	3.6345 E+07
5.0000 E+00	2.5586 E+01	5.1299 E+06	7.1819 E+07
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE DOSIS DE RADIACIÓN ESPECÍFICAS			
Dosis (W/m2) <sup>3/4</sup>	Distancia (m)		
9.3970 E+05	1.3119 E+02		
2.5960 E+06	9.0771 E+01		
5.1299 E+06	7.0770 E+01		



Evento 21.2. JET FIRE



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)

TITULO DEL MODELO			
Escenario No.21. Evento 21 2			
DESCRIPCION			
Chorro de fuego originado por una fuga de gas natural, ocasionada por la ruptura diametral del 20% de la válvula de seccionamiento PE No. 07 de 4" de diámetro.			
DATOS DE LA SUSTANCIA			
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos	
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP	
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS	
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE	
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50	
Subfamilia	()		
Fórmula	CH4		
Estructura	CH4		
PARAMETROS DE ENTRADA			
Peso Molecular		16.04246 kg/kmol	
Calor de Combustión		50029.0 kJ/kg	
Concentración Estequiométrica		9.5 %	
Temperatura de Ebullición		111.66 °K (-161.49 °C)	
Humedad relativa		60.00 %	
Temperatura ambiente		298.15 °K (25.00 °C)	
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO			
Diámetro del orificio		0.02032 m	
Presión en la tubería		735498.9 Pa	
Coefficiente de descarga		0.63	
Longitud de la flama		4.313749 m	
Tasa de emisión de masa		0.255076 kg /s	
Clase de emisión		Flujo Sónico	
RADIACIÓN CALCULADA A DISTANCIAS ESPECÍFICAS			
Distancia a nivel de piso (m)	Distancia a fuente puntual (m)	Transmisividad	Radiación (kW/m2)
10.000	10.230	0.83	1.6109
25.000	25.093	0.77	0.2470
50.000	50.046	0.72	0.0583
60.000	60.039	0.71	0.0399
70.000	70.033	0.70	0.0289
80.000	80.029	0.69	0.0219
90.000	90.026	0.68	0.0171
100.000	100.023	0.68	0.0137
150.000	150.016	0.65	0.0059
200.000	200.012	0.64	0.0032
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECÍFICOS			
Radiación (kW/m2)	Distancia (m)	Dosis (W/m2) <sup>4/3</sup> tiempo de exposición= 60.00s	Dosis (W/m2) <sup>4/3</sup> tiempo de duración= 840.00 s
1.4000 E+00	1.0728 E+01	9.3970 E+05	1.3156 E+07
3.0000 E+00	7.2860 E+00	2.5960 E+06	3.6345 E+07
5.0000 E+00	5.5462 E+00	5.1299 E+06	7.1819 E+07
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE DOSIS DE RADIACIÓN ESPECÍFICAS			
Dosis (W/m2) <sup>3/4</sup>	Distancia (m)		
9.3970 E+05	2.8130 E+01		
2.5960 E+06	1.9472 E+01		
5.1299 E+06	1.5190 E+01		





### Análisis de interacciones del Escenario 21.

El presente escenario consiste en la formación de un Chorro de Fuego originado por una fuga de Gas Natural en el gasoducto, provocada por la ruptura diametral del 100% y 20% de la válvula de Seccionamiento No. 04 en Acero al Carbón de 4"Φ a causa de una sobrepresión en la línea de suministro, lo cual puede llegar a ser catastrófico para la infraestructura presente en la zona donde se suscita el evento. Por tal efecto, y con fundamento en el análisis de riesgo mediante la metodología de Árbol de Fallas, se utilizó el software Árbol de Fallas (FaultREASE; Arthur D Little. Hazard Prevention Magazine) (Ver Anexo No. 10 Árboles de Falla), para determinar la probabilidad de ocurrencia de un incendio en el gasoducto principal de transporte, involucrando causas probables, tales como: fallas de instrumentos y/o accesorios y del material de construcción, principalmente, de lo anterior, y como resultado final se tiene que la probabilidad de ocurrencia de un escenario como el que se plantea es de  $7 \times 10^{-6}$ , lo cual de acuerdo a la Fuente de información consultada, lo cataloga como improbable.

Fuente: (1) Modelo de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones. Dinámica Heurística. 2005

(2) Loss Prevention in the Process Industries, Frank P less, second Edition, 1996. Ed. HB Vol. I, II y III. Hazard Identification Assessment and Control

(3) Guidelines for Consequence Analysis of Chemical Releases. American Institute of Chemical Engineers (AIChE). 1999.

(4) Guideline for Hazard Evaluation Procedures, Second Edition, AIChE 1992.

(5) Fault Tree Handbook, U.S. Nuclear Regulatory Commission, 1981.

A continuación se describen las interacciones que puede llegar a tener una fuga de gas natural que al entrar en contacto con una fuente de ignición se convierte en un Jet Fire (Chorro de Fuego), con la infraestructura presente (unidades médicas, instituciones educativas, viviendas e instalaciones de riesgo), describiendo las consecuencias en caso de presentarse dicho escenario.

**TABLA RESUMEN**

COMPAÑÍA DE AUTOABASTECEDORES DE GAS NATURAL DE MORELOS, S.A. DE C.V.				Escenario 21. JIUTEPEC, MORELOS					
% de Ruptura por un impacto.	Jet Fire		Ver Figura VI.3.2.121 y VI.3.2.122	Explosión no confinada		Ver Figuras VI.3.2.123 y VI.3.2.124	Chorro Horizontal		Ver Figuras VI.3.2.125 y VI.3.2.126
	Eventos 21.1 y 21.2			Eventos 21.3 y 21.4			Eventos 21.5 y 21.6		
Válvula de Seccionamiento No. 07	Radios de afectación (R.A) (m)		Radiación Térmica (RT) Zonas de Riesgo (ZR)	Radios de Afectación (m)		Sobrepresión y Zonas de Riesgo.	Radios de Afectación (m)		Isoconcentración (ppm)
Jiutepec, Morelos.									
Evento al 100%	21.1	25,58	ZAR 5 Kw/m <sup>2</sup>	21.3	89,72	ZAR 1 psi	21.5	71,26	10 000
		49,90	ZA 1.4 Kw/m <sup>2</sup>		152,52	ZA 0,5 psi		9,61	50 000
								0	150 000
Evento al 20%	21.2	5,54	ZAR	21.4	30,68	ZAR	21.6	52,41	10 000
		10,72	ZA		52,16	ZA		0	50 000
								0	150 000



<b>Efectos sobre la población y/o infraestructura existentes en la ZA y ZAR</b>																			
<p>Jet Fire (Ver Figura VI.3.2.121 y VI.3.2.122)</p>	<p>⌘ <u>Infraestructura dentro de la ZAR (19 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 26 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bar localizado a 23 m de distancia,</li> <li>- Establecimiento para la venta de lubricantes a 44 m.</li> </ul>																		
	<p>⌘ <u>Personas que transiten por la Av. Eje Norte Sur, mismas que se encuentren dentro de la ZAR (18 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 26 m):</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 13 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo,</li> <li>- A los 40 segundos, presentarán quemaduras de segundo grado, considerando también asfixia por la disminución de Oxígeno y la exposición a los humos generados.</li> </ul>																		
	<p>⌘ <u>Infraestructura presente en la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 26 hasta 49 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Establecimiento de venta de consumibles a 31 m,</li> <li>- Bar localizado a 23 m de distancia,</li> <li>- Establecimiento para la venta de lubricantes a 44 m</li> <li>- Vehículos que transiten por la Av. Eje Norte Sur y que se encuentren dentro de la ZAR.</li> </ul>																		
	<p>⌘ <u>Personas que transiten por la Av. Eje Norte Sur, mismas que se encuentren dentro de la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 26 hasta 49 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 115 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo en la piel expuesta,</li> <li>- Después de 663 segundos (11.05 min.), presentarán quemaduras de segundo grado.</li> </ul>																		
<p>Explosión no Confinada (Ver Figura VI.3.2.123 y VI.3.2.124)</p>	<p>⌘ <u>Infraestructura y habitantes presentes en la ZAR (194 psi a 1 psi en un radio de 0 m hasta 90 m) y ZA (1 psi a 0,5 psi en un radio a partir de 90 m hasta 152 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Establecimiento de venta de consumibles a 31 m,</li> <li>- Bar localizado a 23 m de distancia,</li> <li>- Establecimiento para la venta de lubricantes a 44 m</li> <li>- Vehículos que transiten por la Av. Eje Norte Sur y que se encuentren dentro de la ZAR,</li> <li>- Taller automotriz a 155 m de distancia,</li> <li>- Maderería a 143 m,</li> <li>- Restaurant a 121 m,</li> <li>- Tienda comercial (Ferretería) a 77m,</li> <li>- Farmacia a 69 m de distancia,</li> <li>- Instalaciones de Taller Eléctrico automotriz a 80m,</li> <li>- Consultorio médico a 141 m,</li> <li>- Instalaciones de la empresa Glaxosmithkline a 144 m,</li> <li>- Instalaciones de la empresa Polygal Mexicana ubicadas a 152 m de distancia,</li> <li>- Instalaciones de Sintenovo a 107 m,</li> <li>- Instalaciones de la empresa Refrigeración Morelos a 100 m.</li> </ul>																		
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Sobrepresión</th> <th>Daño esperado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.0</td> <td>Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.</td> </tr> <tr> <td>2.0</td> <td>Colapso parcial de muros y techos de casas.</td> </tr> <tr> <td>3.0</td> <td>Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.</td> </tr> <tr> <td>4.0</td> <td>Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.</td> </tr> <tr> <td>5.0</td> <td>Postes de madera arrancados</td> </tr> <tr> <td>7.0</td> <td>Volcadura de carros de ferrocarril con carga</td> </tr> <tr> <td>9.0</td> <td>Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.</td> </tr> <tr> <td>10.0</td> <td>Posible destrucción total de edificios.</td> </tr> </tbody> </table>	Sobrepresión	Daño esperado	1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.	2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.	3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.	4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.	5.0	Postes de madera arrancados	7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga	9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.	10.0	Posible destrucción total de edificios.
	Sobrepresión	Daño esperado																	
	1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.																	
	2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.																	
	3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.																	
	4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.																	
	5.0	Postes de madera arrancados																	
	7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga																	
	9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.																	
10.0	Posible destrucción total de edificios.																		



<p>Chorro Horizontal (Ver Figura VI.3.2.125 y VI.3.2.126)</p>	<p>Daños en la salud de los habitantes localizados dentro de cualquiera de los radios de afectación, ya que de acuerdo a la <b>OSHA (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional)</b>, el gas natural se considera como un asfixiante simple a cualquier concentración, por lo que no se establecen tiempos máximos permisibles de exposición a dicha sustancia de acuerdo a la NOM-010-STPS-1999.</p>
---	--

Por lo anterior, Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V. deberá de:

- Realizar celajes diarios por parte de técnicos capacitados (equipados con Radio con frecuencia controlada y con teléfono celular) y contar con registros de las verificaciones a realizar en cada uno de los recorridos por las instalaciones,
- Contar con un sistema de comunicación directa con oficinas de ELEC NOR, para reportar cualquier falla en el suministro de Gas, así como cualquier emergencia que requiera el cierre del Gasoducto operado por ELEC NOR. Así mismo mantener comunicación permanente mediante Radio de frecuencia controlada con el personal responsable de la operación del Gasoducto,
- Elaborar y poner en práctica un programa de capacitación dirigido al personal operativo, en relación a los procedimientos establecidos para la ejecución de las actividades de mantenimiento,
- Elaborar y poner en práctica una lista de verificación de tuberías, con el objeto de llevar un control en cuanto a la integridad mecánica de las mismas,
- Las actividades de verificación visual, se deberán realizar diariamente, y al detectar alguna anomalía en la instalación, actuar correctamente con apego a los procedimientos establecidos,
- Instalar letreros y señalamientos alusivos al peligro que representa la instalación, con el objeto de alertar a las personas que transitan por dicha zona.

### Radios de Afectación Eventos 21.1 y 21.2

Incendio (Radiación Térmica):

#### Evento 21.1

Válvula de Seccionamiento No. 07 (Fuga del 100%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m <sup>2</sup> )	25,58
Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m <sup>2</sup> )	49,90

#### Evento 21.2

Válvula de Seccionamiento No. 07 (Fuga del 20%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m <sup>2</sup> )	5,54
Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m <sup>2</sup> )	10,72



**Figura VI.3.2.127** Evento 21.1 Incendio (Radiación Térmica). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5  $\text{KW/m}^2$ ) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4  $\text{KW/m}^2$ ) en color amarillo.



**Figura VI.3.2.128** Evento 21.2 Incendio (Radiación Térmica). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5  $\text{KW/m}^2$ ) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4  $\text{KW/m}^2$ ) en color amarillo.





Evento 21.3. Explosión no Confinada.



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas

TITULO DEL MODELO					
Escenario No. 21. Evento 21.3					
DESCRIPCION					
Explosión no confinada originada por una fuga de gas natural, debido a la ruptura diámetro del 100% de la válvula de seccionamiento PE No. 07 de 4" de diámetro.					
DATOS DE LA SUSTANCIA					
Nombre	METANO (METHANE)			Sinónimos	
No. CAS	74-82-8			FIRE DAMP	
Nombre CAS	METHANE			MARSH GAS	
Nombre IUPAC	METHANE			METHYL HYDRIDE	
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)			REFRIGERANT 50	
Subfamilia	()				
Fórmula	CH4				
Estructura	CH4				
PARAMETROS DE ENTRADA					
Peso del material en la nube				382.614 kg	
Factor de Eficiencia Explosiva				0.03	
Límite Inferior de Explosividad				5 %	
Límite Superior de Explosividad				15 %	
Calor de Combustión				50029 kJ/kg	
Calor de Combustión del TNT (RMP)				4680 kJ/kg	
Masa Equivalente en TNT				122.703819269231 kg	
Distancia mínima de cálculo				0.334923733247572	
Distancia máxima de cálculo				198.767794212209	
Distancia total del cálculo				198.432870478961	
PRESION CALCULADA A DISTANCIAS DE INTERÉS					
Distancia (m)	Presión (kPa)	Presión (psi)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
5.000000	1339.1083004	194.2228524	0.4727724	235.9783271	1.7742561
10.000000	279.7676103	40.5771985	1.7155133	133.6652435	2.0517454
20.000000	64.1473251	9.3038602	5.8418167	71.7435757	3.4353062
30.000000	31.4316754	4.5588170	10.9278869	49.9692489	4.0568381
50.000000	14.6821076	2.1294774	21.8055293	30.8281329	4.7971462
70.000000	9.4173074	1.3658763	32.9984729	22.2650789	5.3432707
100.000000	6.0218122	0.8733973	50.2338353	15.7707367	5.9454717
150.000000	3.5287900	0.5118120	79.4398016	10.5616442	6.6178972
200.000000					
DISTANCIAS CALCULADAS SEGÚN LAS PRESIONES DE INTERÉS					
Presión (kPa)	Presión (psi)	Distancia (m)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
137.8940000	20.0000000	13.7278690	3.0622064	99.7882456	2.5999234
103.4205000	15.0000000	15.7279612	3.8923182	88.4784205	2.9550329
68.9470000	10.0000000	19.2605965	5.4905268	74.1406631	3.3676192
34.4735000	5.0000000	28.3596536	10.0640349	52.6017820	3.9775200
27.5788000	4.0000000	32.5542316	12.2866774	46.3417006	4.1712131
20.6841000	3.0000000	39.3071077	15.9340331	38.8236311	4.4377880
13.7894000	2.0000000	52.3488179	23.1065135	29.4913465	4.8688623
6.8947000	1.0000000	89.7269657	44.2813291	17.5166443	5.7630431
3.4473500	0.5000000	152.5212835	80.9068542	10.3847593	6.6462484



Evento 21.4. Explosión no Confinada



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas

TITULO DEL MODELO					
Escenario No. 21. Evento 21.4					
DESCRIPCION					
Explosión no confinada originada por una fuga de gas natural, debido a la ruptura diámetro del 20% de la válvula de seccionamiento PE No. 07 de 4" de diámetro.					
DATOS DE LA SUSTANCIA					
Nombre	METANO (METHANE)		Sinónimos		
No. CAS	74-82-8		FIRE DAMP		
Nombre CAS	METHANE		MARSH GAS		
Nombre IUPAC	METHANE		METHYL HYDRIDE		
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)		REFRIGERANT 50		
Subfamilia	()				
Fórmula	CH4				
Estructura	CH4				
PARAMETROS DE ENTRADA					
Peso del material en la nube			15.30456 kg		
Factor de Eficiencia Explosiva			0.03		
Límite Inferior de Explosividad			5 %		
Límite Superior de Explosividad			15 %		
Calor de Combustión			50029 kJ/kg		
Calor de Combustión del TNT (RMP)			4680 kJ/kg		
Masa Equivalente en TNT			4.90815277076923 kg		
Distancia mínima de cálculo			0.114542305564902		
Distancia máxima de cálculo			67.9776294153721		
Distancia total del cálculo			67.8630871098073		
PRESION CALCULADA A DISTANCIAS DE INTERÉS					
Distancia (m)	Presión (kPa)	Presión (psi)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
5.0000000	120.5251866	17.4808457	3.4246396	94.3565720	2.7835191
10.0000000	32.7763777	4.7538512	10.5267786	51.1562517	4.0207529
20.0000000	11.8884613	1.7242899	26.5198082	26.4952592	5.0459280
30.0000000	7.0923903	1.0286728	43.1240720	17.9038123	5.7248007
50.0000000	3.6576989	0.5305088	77.2266293	10.8390589	6.5746101
70.0000000					
100.0000000					
150.0000000					
200.0000000					
DISTANCIAS CALCULADAS SEGÚN LAS PRESIONES DE INTERÉS					
Presión (kPa)	Presión (psi)	Distancia (m)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
137.8940000	20.0000000	4.6948652	3.0622064	99.7882456	2.5999234
103.4205000	15.0000000	5.3788871	3.8923182	88.4784205	2.9550329
68.9470000	10.0000000	6.5870314	5.4905268	74.1406631	3.3676192
34.4735000	5.0000000	9.6988651	10.0640349	52.6017820	3.9775200
27.5788000	4.0000000	11.1333906	12.2866774	46.3417006	4.1712131
20.6841000	3.0000000	13.4428418	15.9340331	38.8236311	4.4377880
13.7894000	2.0000000	17.9030439	23.1065135	29.4913465	4.8688623
6.8947000	1.0000000	30.6861906	44.2813291	17.5166443	5.7630431
3.4473500	0.5000000	52.1615452	80.9068542	10.3847593	6.6462484



**Radios de Afectación  
Eventos 21.3 y 21.4**

❖ Sobrepresión (Explosión):

**Evento 21.3**

Válvula de Seccionamiento No. 07 (Fuga del 100%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1.0 psi)	89,72
Zona de Amortiguamiento (ZA) (0.5 psi)	152,52

**Evento 21.4**

Válvula de Seccionamiento No. 07 (Fuga del 20%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1.0 psi)	30,68
Zona de Amortiguamiento (ZA) (0.5 psi)	52,16



**Figura VI.3.2.129** Evento 21.3 Explosión no Confinada (Sobrepresión). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1 PSI) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (0,5 PSI) en color amarillo.





**Figura VI.3.2.130** Evento 21.4 Explosión no Confinada (Sobrepresión). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1 PSI) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (0,5 PSI) en color amarillo.

**Radios de Afectación  
Eventos 21.5 y 21.6**

❖ Chorro Horizontal (Isoconcentraciones):

**Evento 21.5**

Válvula de Seccionamiento No. 07 (Fuga del 100%)	
Isoconcentraciones	Radios de Afectación (m)
10 000 ppm	71,26
50 000 ppm	9,61
150 000 ppm	0

**Evento 21.6**

Válvula de Seccionamiento No. 07 (Fuga del 20%)	
Isoconcentraciones	Radios de Afectación (m)
10 000 ppm	52,41
50 000 ppm	0
150 000 ppm	0





**Figura VI.3.2.131** Evento 21.5. Radios de concentraciones de Gas Natural en partes por millón (ppm).



**Figura VI.3.2.132** Evento 21.6. Radios de concentraciones de Gas Natural en partes por millón (ppm).



**Escenario 22: Válvula de Seccionamiento No. 11 en Polietileno de alta densidad, con una rotura diametral del 100% y 20% de 4"Φ.**

Se presenta una fuga de Gas Natural en la Válvula de Seccionamiento No. 11 de 4"Φ en Polietileno de alta densidad, la cual se encuentra instalada en el municipio de Jiutepec; dicha fuga es causada por una rotura en el gasoducto a causa de una sobrepresión en la línea de suministro.

Consideraciones.

- El tiempo máximo de respuesta por parte del personal operativo para mitigar la fuga en la Válvula de Seccionamiento de 4"Φ se considera de 15 minutos, debido a que las instalaciones cuentan con otras válvulas de bloqueo y medidores de presión que emiten señales a través del sistema de control de Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V.. Además de contar con vialidades existentes en la zona, lo que permite un acceso rápido a la instalación.
- El tipo de liberación de la fuga es continuo durante el tiempo que ocurre.
- A 60 segundos, después de haberse generado la fuga, el Gas Natural entra en contacto con una fuente de ignición (chispa), lo cual provoca un JET FIRE.
- El gas inflamable que se escapa por la rotura del gasoducto, forma una atmósfera explosiva la cual alcanza un punto de ignición (chispa) generado por un vehículo al transitar por la zona, a los 60 segundos de concentración de la nube, originando una explosión no confinada.
- El diámetro del orificio es de 101,6 mm para la rotura del 100% y de 20,32 mm para la rotura del 20% de la Válvula de Seccionamiento de 4"Φ.

Condiciones ambientales y de operación.

- Temperatura del Gas en la tubería: 25°C,
- Velocidad del viento: 1 m/s,
- Humedad relativa: 60%,
- Presión del gas en la tubería: 7,5 Kg/cm<sup>2</sup> (735,49 KPa)
- Altura de la fuente de emisión: 1 m.



Evento 22.1. JET FIRE



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)

TITULO DEL MODELO			
Escenario No.22. Evento 22.1			
DESCRIPCION			
Chorro de fuego originado por una fuga de gas natural, ocasionada por la ruptura diametral del 100% de la válvula de seccionamiento PE No. 11 de 4" de diámetro.			
DATOS DE LA SUSTANCIA			
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos	
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP	
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS	
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE	
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50	
Subfamilia	()		
Fórmula	CH4		
Estructura	CH4		
PARAMETROS DE ENTRADA			
Peso Molecular		16.04246 kg/kmol	
Calor de Combustión		50029.0 kJ/kg	
Concentración Estequiométrica		9.5 %	
Temperatura de Ebullición		111.66 °K (-161.49 °C)	
Humedad relativa		60.00 %	
Temperatura ambiente		298.15 °K (25.00 °C)	
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO			
Diámetro del orificio		0.1016 m	
Presión en la tubería		735498.9 Pa	
Coefficiente de descarga		0.63	
Longitud de la flama		21.568745 m	
Tasa de emisión de masa		6.3769 kg/s	
Clase de emisión		Flujo Sónico	
RADIACIÓN CALCULADA A DISTANCIAS ESPECIFICAS			
Distancia a nivel de piso (m)	Distancia a fuente puntual (m)	Transmisividad	Radiación (kW/m <sup>2</sup> )
10.000	14.707	0.80	18.8585
25.000	27.227	0.76	5.2060
50.000	51.150	0.72	1.3937
60.000	60.961	0.71	0.9658
70.000	70.826	0.70	0.7059
80.000	80.724	0.69	0.5371
90.000	90.644	0.68	0.4215
100.000	100.580	0.68	0.3392
150.000	150.387	0.65	0.1463
200.000	200.291	0.64	0.0804
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECIFICOS			
Radiación (kW/m <sup>2</sup> )	Distancia (m)	Dosis (W/m <sup>2</sup> ) <sup>4/3</sup> tiempo de exposición= 60.00s	Dosis (W/m <sup>2</sup> ) <sup>4/3</sup> tiempo de duración= 840.00 s
1.4000 E+00	4.9904 E+01	9.3970 E+05	1.3156 E+07
3.0000 E+00	3.3774 E+01	2.5960 E+06	3.6345 E+07
5.0000 E+00	2.5586 E+01	5.1299 E+06	7.1819 E+07
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE DOSIS DE RADIACIÓN ESPECIFICAS			
Dosis (W/m <sup>2</sup> ) <sup>3/4</sup>	Distancia (m)		
9.3970 E+05	1.3119 E+02		
2.5960 E+06	9.0771 E+01		
5.1299 E+06	7.0770 E+01		



Evento 22.2. JET FIRE



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)

TITULO DEL MODELO			
Escenario No.22. Evento 22.2			
DESCRIPCION			
Chorro de fuego originado por una fuga de gas natural, ocasionada por la ruptura diametral del 20% de la válvula de seccionamiento PE No. 11 de 4" de diámetro.			
DATOS DE LA SUSTANCIA			
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos	
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP	
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS	
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE	
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50	
Subfamilia	()		
Fórmula	CH4		
Estructura	CH4		
PARAMETROS DE ENTRADA			
Peso Molecular		16.04246 kg/kmol	
Calor de Combustión		50029.0 kJ/kg	
Concentración Estequiométrica		9.5 %	
Temperatura de Ebullición		111.66 °K (-161.49 °C)	
Humedad relativa		60.00 %	
Temperatura ambiente		298.15 °K (25.00 °C)	
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO			
Diámetro del orificio		0.02032 m	
Presión en la tubería		735498.9 Pa	
Coefficiente de descarga		0.63	
Longitud de la flama		4.313749 m	
Tasa de emisión de masa		0.255076 kg /s	
Clase de emisión		Flujo Sónico	
RADIACIÓN CALCULADA A DISTANCIAS ESPECÍFICAS			
Distancia a nivel de piso (m)	Distancia a fuente puntual (m)	Transmisividad	Radiación (kW/m2)
10.000	10.230	0.83	1.6109
25.000	25.093	0.77	0.2470
50.000	50.046	0.72	0.0583
60.000	60.039	0.71	0.0399
70.000	70.033	0.70	0.0289
80.000	80.029	0.69	0.0219
90.000	90.026	0.68	0.0171
100.000	100.023	0.68	0.0137
150.000	150.016	0.65	0.0059
200.000	200.012	0.64	0.0032
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECÍFICOS			
Radiación (kW/m2)	Distancia (m)	Dosis (W/m2)^4/3 tiempo de exposición= 60.00s	Dosis (W/m2)^4/3 tiempo de duración= 840.00 s
1.4000 E+00	1.0728 E+01	9.3970 E+05	1.3156 E+07
3.0000 E+00	7.2860 E+00	2.5960 E+06	3.6345 E+07
5.0000 E+00	5.5462 E+00	5.1299 E+06	7.1819 E+07
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE DOSIS DE RADIACIÓN ESPECÍFICAS			
Dosis (W/m2)^3/4	Distancia (m)		
9.3970 E+05	2.8130 E+01		
2.5960 E+06	1.9472 E+01		
5.1299 E+06	1.5190 E+01		





### Análisis de interacciones del Escenario 22.

El presente escenario consiste en la formación de un Chorro de Fuego originado por una fuga de Gas Natural en el gasoducto, provocada por la ruptura diametral del 100% y 20% de la válvula de Seccionamiento No. 11 en Acero al Carbón de 4"Φ a causa de una sobrepresión en la línea de suministro, lo cual puede llegar a ser catastrófico para la infraestructura presente en la zona donde se suscita el evento. Por tal efecto, y con fundamento en el análisis de riesgo mediante la metodología de Árbol de Fallas, se utilizó el software Árbol de Fallas (FaultREASE; Arthur D Little. Hazard Prevention Magazine) (Ver Anexo No. 10 Árboles de Falla), para determinar la probabilidad de ocurrencia de un incendio en el gasoducto principal de transporte, involucrando causas probables, tales como: fallas de instrumentos y/o accesorios y del material de construcción, principalmente, de lo anterior, y como resultado final se tiene que la probabilidad de ocurrencia de un escenario como el que se plantea es de  $7 \times 10^{-6}$ , lo cual de acuerdo a la Fuente de información consultada, lo cataloga como improbable.

- Fuente: (1) Modelo de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones. Dinámica Heurística. 2005  
 (2) Loss Prevention in the Process Industries, Frank P less, second Edition, 1996. Ed. HB Vol. I, II y III. Hazard Identification Assessment and Control  
 (3) Guidelines for Consequence Analysis of Chemical Releases. American Institute of Chemical Engineers (AIChE). 1999.  
 (4) Guideline for Hazard Evaluation Procedures, Second Edition, AIChE 1992.  
 (5) Fault Tree Handbook, U.S. Nuclear Regulatory Commission, 1981.

A continuación se describen las interacciones que puede llegar a tener una fuga de gas natural que al entrar en contacto con una fuente de ignición se convierte en un Jet Fire (Chorro de Fuego), con la infraestructura presente (unidades médicas, instituciones educativas, viviendas e instalaciones de riesgo), describiendo las consecuencias en caso de presentarse dicho escenario.

**TABLA RESUMEN**

COMPAÑÍA DE AUTOABASTECEDORES DE GAS NATURAL DE MORELOS, S.A. DE C.V.				Escenario 22. JIUTEPEC, MORELOS					
% de Ruptura por un impacto.	Jet Fire		Ver Figura VI.3.2.127 y VI.3.2.128	Explosión no confinada		Ver Figuras VI.3.2.129 y VI.3.2.130	Chorro Horizontal		Ver Figuras VI.3.2.131 y VI.3.2.132
	Eventos 22.1 y 22.2			Eventos 22.3 y 22.4			Eventos 22.5 y 22.6		
Válvula de Seccionamiento No. 11	Radios de afectación (R.A) (m)		Radiación Térmica (RT) Zonas de Riesgo (ZR)	Radios de Afectación (m)		Sobrepresión y Zonas de Riesgo.	Radios de Afectación (m)		Isoconcentración (ppm)
Jiutepec, Morelos.									
Evento al 100%	22.1	25,58	ZAR 5 Kw/m <sup>2</sup>	22.3	89,72	ZAR 1 psi	22.5	71,26	10 000
		49,90	ZA 1.4 Kw/m <sup>2</sup>		152,52	ZA 0,5 psi		9,61	50 000
								0	150 000
Evento al 20%	22.2	5,54	ZAR	22.4	30,68	ZAR	22.6	52,41	10 000
		10,72	ZA		52,16	ZA		0	50 000
								0	150 000



Efectos sobre la población y/o infraestructura existentes en la ZA y ZAR																			
Jet Fire (Ver Figura VI.3.2.127 y VI.3.2.128)	<p>⌘ <u>Infraestructura dentro de la ZAR (19 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 26 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalaciones de la empresa Cards &amp; Systems Solutions localizadas a 20 m de distancia,</li> <li>- Vehículos que transiten por el área al momento de que ocurra el siniestro.</li> </ul>																		
	<p>⌘ <u>Personas que transiten por la Av. 9 Este y 40 Sur, mismas que se encuentren dentro de la ZAR (18 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 26 m):</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 13 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo,</li> <li>- A los 40 segundos, presentarán quemaduras de segundo grado, considerando también asfixia por la disminución de Oxígeno y la exposición a los humos generados.</li> </ul>																		
	<p>⌘ <u>Infraestructura presente en la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 26 hasta 49 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalaciones de la empresa Cards &amp; Systems Solutions localizadas a 20 m de distancia,</li> <li>- Vehículos que transiten por el área al momento de que ocurra el siniestro.</li> </ul>																		
	<p>⌘ <u>Personas que transiten por la Av. 9 Este y 40 Sur, mismas que se encuentren dentro de la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 26 hasta 49 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 115 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo en la piel expuesta,</li> <li>- Después de 663 segundos (11.05 min.), presentarán quemaduras de segundo grado.</li> </ul>																		
Explosión no Confinada (Ver Figura VI.3.2.129 y VI.3.2.130)	<p>⌘ <u>Infraestructura y habitantes presentes en la ZAR (194 psi a 1 psi en un radio de 0 m hasta 90 m) y ZA (1 psi a 0,5 psi en un radio a partir de 90 m hasta 152 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalaciones de la empresa Cards &amp; Systems Solutions localizadas a 20 m de distancia,</li> <li>- Vehículos que transiten por el área al momento de que ocurra el siniestro,</li> <li>- Instalaciones de la empresa Aluplast a 77 m de distancia,</li> <li>- Instalaciones de la empresa Olnatura a 83 m de distancia,</li> <li>- Instalaciones de Industrias Lavín a 122 m de distancia.</li> </ul>																		
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Sobrepresión</th> <th>Daño esperado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.0</td> <td>Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.</td> </tr> <tr> <td>2.0</td> <td>Colapso parcial de muros y techos de casas.</td> </tr> <tr> <td>3.0</td> <td>Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.</td> </tr> <tr> <td>4.0</td> <td>Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.</td> </tr> <tr> <td>5.0</td> <td>Postes de madera arrancados</td> </tr> <tr> <td>7.0</td> <td>Volcadura de carros de ferrocarril con carga</td> </tr> <tr> <td>9.0</td> <td>Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.</td> </tr> <tr> <td>10.0</td> <td>Posible destrucción total de edificios.</td> </tr> </tbody> </table>	Sobrepresión	Daño esperado	1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.	2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.	3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.	4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.	5.0	Postes de madera arrancados	7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga	9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.	10.0	Posible destrucción total de edificios.
	Sobrepresión	Daño esperado																	
	1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.																	
	2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.																	
	3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.																	
	4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.																	
	5.0	Postes de madera arrancados																	
	7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga																	
9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.																		
10.0	Posible destrucción total de edificios.																		
Chorro Horizontal (Ver Figura VI.3.2.131 y VI.3.2.132)	<p>Daños en la salud de los habitantes localizados dentro de cualquiera de los radios de afectación, ya que de acuerdo a la <b>OSHA (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional)</b>, el gas natural se considera como un asfixiante simple a cualquier concentración, por lo que no se establecen tiempos máximos permisibles de exposición a dicha sustancia de acuerdo a la NOM-010-STPS-1999.</p>																		

Por lo anterior, Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V. deberá de:



- Realizar celajes diarios por parte de técnicos capacitados (equipados con Radio con frecuencia controlada y con teléfono celular) y contar con registros de las verificaciones a realizar en cada uno de los recorridos por las instalaciones,
- Contar con un sistema de comunicación directa con oficinas de ELECNOR, para reportar cualquier falla en el suministro de Gas, así como cualquier emergencia que requiera el cierre del Gasoducto operado por ELECNOR. Así mismo mantener comunicación permanente mediante Radio de frecuencia controlada con el personal responsable de la operación del Gasoducto,
- Elaborar y poner en práctica un programa de capacitación dirigido al personal operativo, en relación a los procedimientos establecidos para la ejecución de las actividades de mantenimiento,
- Elaborar y poner en práctica una lista de verificación de tuberías, con el objeto de llevar un control en cuanto a la integridad mecánica de las mismas,
- Las actividades de verificación visual, se deberán realizar diariamente, y al detectar alguna anomalía en la instalación, actuar correctamente con apego a los procedimientos establecidos,
- Instalar letreros y señalamientos alusivos al peligro que representa la instalación, con el objeto de alertar a las personas que transitan por dicha zona.

**Radios de Afectación  
Eventos 22.1 y 22.2**

Incendio (Radiación Térmica):

**Evento 22.1**

<b>Válvula de Seccionamiento No. 11 (Fuga del 100%)</b>	
<b>Zonas de Riesgo</b>	<b>Radios de Afectación (m)</b>
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m <sup>2</sup> )	25,58
Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m <sup>2</sup> )	49,90

**Evento 22.2**

<b>Válvula de Seccionamiento No. 11 (Fuga del 20%)</b>	
<b>Zonas de Riesgo</b>	<b>Radios de Afectación (m)</b>
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m <sup>2</sup> )	5,54
Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m <sup>2</sup> )	10,72



**Figura VI.3.2.127** Evento 22.1 Incendio (Radiación Térmica). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m<sup>2</sup>) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m<sup>2</sup>) en color amarillo.



**Figura VI.3.2.128** Evento 22.2 Incendio (Radiación Térmica). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5





KW/m<sup>2</sup>) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m<sup>2</sup>) en color amarillo.

**Evento 22.3. Explosión no Confinada.**



**SCRI-FUEGO**

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

**Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas**

TITULO DEL MODELO					
Escenario No. 22. Evento 22.3					
DESCRIPCION					
Explosión no confinada originada por una fuga de gas natural, debido a la ruptura diámetro del 100% de la válvula de seccionamiento PE No. 11 de 4" de diámetro.					
DATOS DE LA SUSTANCIA					
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos			
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP			
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS			
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE			
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50			
Subfamilia	()				
Fórmula	CH4				
Estructura	CH4				
PARAMETROS DE ENTRADA					
Peso del material en la nube					382.614 kg
Factor de Eficiencia Explosiva					0.03
Límite Inferior de Explosividad					5%
Límite Superior de Explosividad					15 %
Calor de Combustión					50029 kJ/kg
Calor de Combustión del TNT (RMP)					4680 kJ/kg
Masa Equivalente en TNT					122.703819269231 kg
Distancia mínima de cálculo					0.334923733247572
Distancia máxima de cálculo					198.767794212209
Distancia total del cálculo					198.432870478961
PRESION CALCULADA A DISTANCIAS DE INTERÉS					
Distancia (m)	Presión (kPa)	Presión (psi)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
5.000000	1339.1083004	194.2228524	0.4727724	235.9783271	1.7742561
10.000000	279.7676103	40.5771985	1.7155133	133.6652435	2.0517454
20.000000	64.1473251	9.3038602	5.8418167	71.7435757	3.4353062
30.000000	31.4316754	4.5588170	10.9278869	49.9692489	4.0568381
50.000000	14.6821076	2.1294774	21.8055293	30.8281329	4.7971462
70.000000	9.4173074	1.3658763	32.9984729	22.2650789	5.3432707
100.000000	6.0218122	0.8733973	50.2338353	15.7707367	5.9454717
150.000000	3.5287900	0.5118120	79.4398016	10.5616442	6.6178972
200.000000					
DISTANCIAS CALCULADAS SEGÚN LAS PRESIONES DE INTERÉS					
Presión (kPa)	Presión (psi)	Distancia (m)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
137.8940000	20.0000000	13.7278690	3.0622064	99.7882456	2.5999234
103.4205000	15.0000000	15.7279612	3.8923182	88.4784205	2.9550329
68.9470000	10.0000000	19.2605965	5.4905268	74.1406631	3.3676192
34.4735000	5.0000000	28.3596536	10.0640349	52.6017820	3.9775200
27.5788000	4.0000000	32.5542316	12.2866774	46.3417006	4.1712131
20.6841000	3.0000000	39.3071077	15.9340331	38.8236311	4.4377880
13.7894000	2.0000000	52.3488179	23.1065135	29.4913465	4.8688623
6.8947000	1.0000000	89.7269657	44.2813291	17.5166443	5.7630431
3.4473500	0.5000000	152.5212835	80.9068542	10.3847593	6.6462484



## Evento 22.4. Explosión no Confinada

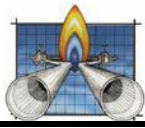


### SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

#### Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas

TITULO DEL MODELO					
Escenario No. 22. Evento 22.4					
DESCRIPCION					
Explosión no confinada originada por una fuga de gas natural, debido a la ruptura diámetro del 20% de la válvula de seccionamiento PE No. 11 de 4" de diámetro.					
DATOS DE LA SUSTANCIA					
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos			
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP			
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS			
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE			
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50			
Subfamilia	()				
Fórmula	CH4				
Estructura	CH4				
PARAMETROS DE ENTRADA					
Peso del material en la nube					15.30456 kg
Factor de Eficiencia Explosiva					0.03
Límite Inferior de Explosividad					5%
Límite Superior de Explosividad					15 %
Calor de Combustión					50029 kJ/kg
Calor de Combustión del TNT (RMP)					4680 kJ/kg
Masa Equivalente en TNT					4.90815277076923 kg
Distancia mínima de cálculo					0.114542305564902
Distancia máxima de cálculo					67.9776294153721
Distancia total del cálculo					67.8630871098073
PRESION CALCULADA A DISTANCIAS DE INTERÉS					
Distancia (m)	Presión (kPa)	Presión (psi)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
5.0000000	120.5251866	17.4808457	3.4246396	94.3565720	2.7835191
10.0000000	32.7763777	4.7538512	10.5267786	51.1562517	4.0207529
20.0000000	11.8884613	1.7242899	26.5198082	26.4952592	5.0459280
30.0000000	7.0923903	1.0286728	43.1240720	17.9038123	5.7248007
50.0000000	3.6576989	0.5305088	77.2266293	10.8390589	6.5746101
70.0000000					
100.0000000					
150.0000000					
200.0000000					
DISTANCIAS CALCULADAS SEGÚN LAS PRESIONES DE INTERÉS					
Presión (kPa)	Presión (psi)	Distancia (m)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
137.8940000	20.0000000	4.6948652	3.0622064	99.7882456	2.5999234
103.4205000	15.0000000	5.3788871	3.8923182	88.4784205	2.9550329
68.9470000	10.0000000	6.5870314	5.4905268	74.1406631	3.3676192
34.4735000	5.0000000	9.6988651	10.0640349	52.6017820	3.9775200
27.5788000	4.0000000	11.1333906	12.2866774	46.3417006	4.1712131
20.6841000	3.0000000	13.4428418	15.9340331	38.8236311	4.4377880
13.7894000	2.0000000	17.9030439	23.1065135	29.4913465	4.8688623
6.8947000	1.0000000	30.6861906	44.2813291	17.5166443	5.7630431
3.4473500	0.5000000	52.1615452	80.9068542	10.3847593	6.6462484



**Radios de Afecación  
Eventos 22.3 y 22.4**

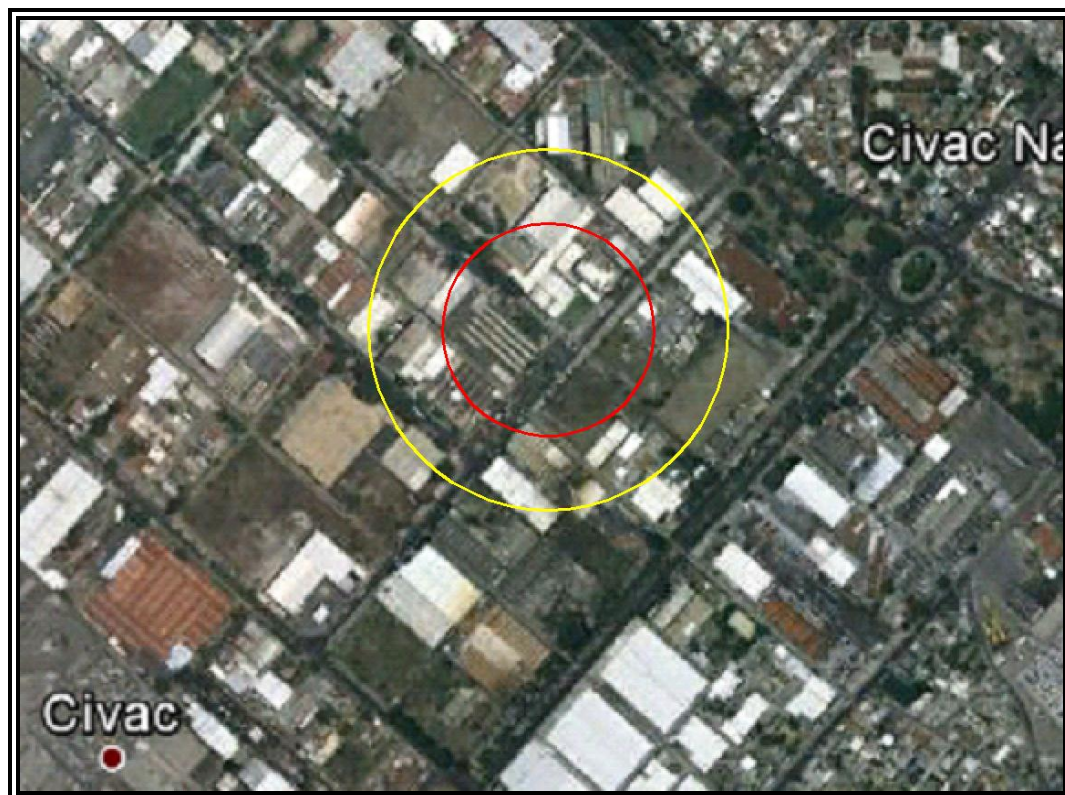
❖ Sobrepresión (Explosión):

**Evento 22.3**

Válvula de Seccionamiento No. 11 (Fuga del 100%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afecación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1.0 psi)	89,72
Zona de Amortiguamiento (ZA) (0.5 psi)	152,52

**Evento 22.4**

Válvula de Seccionamiento No. 11 (Fuga del 20%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afecación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1.0 psi)	30,68
Zona de Amortiguamiento (ZA) (0.5 psi)	52,16



**Figura VI.3.2.129** Evento 22.3 Explosión no Confinada (Sobrepresión). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1 PSI) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (0,5 PSI) en color amarillo.





**Figura VI.3.2.130** Evento 22.4 Explosión no Confinada (Sobrepresión). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1 PSI) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (0,5 PSI) en color amarillo.

**Radios de Afectación  
Eventos 22.5 y 22.6**

❖ Chorro Horizontal (Isoconcentraciones):

**Evento 22.5**

Válvula de Seccionamiento No. 11 (Fuga del 100%)	
Isoconcentraciones	Radios de Afectación (m)
10 000 ppm	71,26
50 000 ppm	9,61
150 000 ppm	0

**Evento 22.6**

Válvula de Seccionamiento No. 11 (Fuga del 20%)	
Isoconcentraciones	Radios de Afectación (m)
10 000 ppm	52,41
50 000 ppm	0
150 000 ppm	0





**Figura VI.3.2.131** Evento 22.5. Radios de concentraciones de Gas Natural en partes por millón (ppm).





**Figura VI.3.2.132** Evento 22.6. Radios de concentraciones de Gas Natural en partes por millón (ppm).

**Escenario 23: Válvula de Seccionamiento No. 14 en Acero al Carbón, con una rotura diametral del 100% y 20% de 8"Φ.**

Se presenta una fuga de Gas Natural en la Válvula de Seccionamiento No. 14 de 8"Φ en Acero al Carbón, la cual se encuentra instalada en el municipio de Jiutepec; dicha fuga es causada por una rotura en el gasoducto a causa de una sobrepresión en la línea de suministro.

Consideraciones.

- El tiempo máximo de respuesta por parte del personal operativo para mitigar la fuga en la Válvula de Seccionamiento de 8"Φ se considera de 15 minutos, debido a que las instalaciones cuentan con otras válvulas de bloqueo y medidores de presión que emiten señales a través del sistema de control de Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V.. Además de contar con vialidades existentes en la zona, lo que permite un acceso rápido a la instalación.
- El tipo de liberación de la fuga es continuo durante el tiempo que ocurre.
- A 60 segundos, después de haberse generado la fuga, el Gas Natural entra en contacto con una fuente de ignición (chispa), lo cual provoca un JET FIRE.
- El gas inflamable que se escapa por la rotura del gasoducto, forma una atmósfera explosiva la cual alcanza un punto de ignición (chispa) generado por un vehículo al transitar por la zona, a los 60 segundos de concentración de la nube, originando una explosión no confinada.
- El diámetro del orificio es de 203,2 mm para la rotura del 100% y de 40,64 mm para la rotura del 20% de la Válvula de Seccionamiento de 8"Φ.

Condiciones ambientales y de operación.

- Temperatura del Gas en la tubería: 25°C,
- Velocidad del viento: 1 m/s,
- Humedad relativa: 60%,
- Presión del gas en la tubería: 21,5 Kg/cm<sup>2</sup> (2 109,2 KPa)
- Altura de la fuente de emisión: 1 m.



Evento 23.1. JET FIRE



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)

TITULO DEL MODELO			
Escenario No.23. Evento 23.1			
DESCRIPCION			
Chorro de fuego originado por una fuga de gas natural, ocasionada por la ruptura diametral del 100% de la válvula de seccionamiento AC No. 14 de 8" de diámetro.			
DATOS DE LA SUSTANCIA			
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos	
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP	
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS	
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE	
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50	
Subfamilia	()		
Fórmula	CH4		
Estructura	CH4		
PARAMETROS DE ENTRADA			
Peso Molecular			16.04246 kg/kmol
Calor de Combustión			50029.0 kJ/kg
Concentración Estequiométrica			9.5 %
Temperatura de Ebullición			111.66 °K (-161.49 °C)
Humedad relativa			60.00 %
Temperatura ambiente			298.15 °K (25.00 °C)
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO			
Diámetro del orificio			0.2032 m
Presión en la tubería			2109200.0 Pa
Coefficiente de descarga			0.63
Longitud de la flama			43.13749 m
Tasa de emisión de masa			73.148485 kg/s
Clase de emisión			Flujo Sónico
RADIACIÓN CALCULADA A DISTANCIAS ESPECÍFICAS			
Distancia a nivel de piso (m)	Distancia a fuente puntual (m)	Transmisividad	Radiación (kW/m2)
10.000	23.774	0.77	79.2835
25.000	33.018	0.75	39.9066
50.000	54.454	0.71	14.0264
60.000	63.759	0.70	10.0867
70.000	73.248	0.70	7.5479
80.000	82.857	0.69	5.8336
90.000	92.548	0.68	4.6295
100.000	102.300	0.67	3.7550
150.000	151.543	0.65	1.6517
200.000	201.160	0.63	0.9138
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECÍFICAS			
Radiación (kW/m2)	Distancia (m)	Dosis (W/m2) <sup>4/3</sup> tiempo de exposición= 60.00s	Dosis (W/m2) <sup>4/3</sup> tiempo de duración= 840.00 s
1.4000 E+00	1.6267 E+02	9.3970 E+05	1.3156 E+07
3.0000 E+00	1.1188 E+02	2.5960 E+06	3.6345 E+07
5.0000 E+00	8.6590 E+01	5.1299 E+06	7.1819 E+07
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE DOSIS DE RADIACIÓN ESPECÍFICAS			
Dosis (W/m2) <sup>3/4</sup>		Distancia (m)	
9.3970 E+05		4.2251 E+02	
2.5960 E+06		2.9299 E+02	
5.1299 E+06		2.2906 E+02	

SCA



Evento 23.2. JET FIRE



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)

TITULO DEL MODELO

Escenario No.23. Evento 23.2

DESCRIPCION

Chorro de fuego originado por una fuga de gas natural, ocasionada por la ruptura diametral del 20% de la válvula de seccionamiento AC No. 14 de 8" de diámetro.

DATOS DE LA SUSTANCIA

Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50
Subfamilia	()	
Fórmula	CH4	
Estructura	CH4	

PARAMETROS DE ENTRADA

Peso Molecular	16.04246 kg/kmol
Calor de Combustión	50029.0 kJ/kg
Concentración Estequiométrica	9.5 %
Temperatura de Ebullición	111.66 °K (-161.49 °C)
Humedad relativa	60.00 %
Temperatura ambiente	298.15 °K (25.00 °C)

CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO

Diámetro del orificio	0.04064 m
Presión en la tubería	2109200.0 Pa
Coefficiente de descarga	0.63
Longitud de la flama	8.627498 m
Tasa de emisión de masa	2.925939 kg /s
Clase de emisión	Flujo Sónico

RADIACION CALCULADA A DISTANCIAS ESPECIFICAS

Distancia a nivel de piso (m)	Distancia a fuente puntual (m)	Transmisividad	Radiación (kW/m2)
10.000	10.891	0.83	16.2126
25.000	25.369	0.76	2.7688
50.000	50.186	0.72	0.6654
60.000	60.155	0.71	0.4556
70.000	70.133	0.70	0.3306
80.000	80.116	0.69	0.2503
90.000	90.103	0.68	0.1958
100.000	100.093	0.68	0.1572
150.000	150.062	0.65	0.0674
200.000	200.047	0.64	0.0370

DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACION ESPECIFICOS

Radiación (kW/m2)	Distancia (m)	Dosis (W/m2) <sup>4/3</sup> tiempo de exposición= 60.00s	Dosis (W/m2) <sup>4/3</sup> tiempo de duración= 840.00 s
1.4000 E+00	3.4902 E+01	9.3970 E+05	1.3156 E+07
3.0000 E+00	2.4037 E+01	2.5960 E+06	3.6345 E+07
5.0000 E+00	1.8632 E+01	5.1299 E+06	7.1819 E+07

DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE DOSIS DE RADIACION ESPECIFICAS

Dosis (W/m2) <sup>3/4</sup>	Distancia (m)
9.3970 E+05	9.0570 E+01
2.5960 E+06	6.2816 E+01
5.1299 E+06	4.9121 E+01

S  
A





### Análisis de interacciones del Escenario 23.

El presente escenario consiste en la formación de un Chorro de Fuego originado por una fuga de Gas Natural en el gasoducto, provocada por la ruptura diametral del 100% y 20% de la válvula de Seccionamiento No. 14 en Acero al Carbón de 8"Φ a causa de una sobrepresión en la línea de suministro, lo cual puede llegar a ser catastrófico para la infraestructura presente en la zona donde se suscita el evento. Por tal efecto, y con fundamento en el análisis de riesgo mediante la metodología de Árbol de Fallas, se utilizó el software Árbol de Fallas (FaultREASE; Arthur D Little. Hazard Prevention Magazine) (Ver Anexo No. 10 Árboles de Falla), para determinar la probabilidad de ocurrencia de un incendio en el gasoducto principal de transporte, involucrando causas probables, tales como: fallas de instrumentos y/o accesorios y del material de construcción, principalmente, de lo anterior, y como resultado final se tiene que la probabilidad de ocurrencia de un escenario como el que se plantea es de  $7 \times 10^{-6}$ , lo cual de acuerdo a la Fuente de información consultada, lo cataloga como improbable.

Fuente: (1) Modelo de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones. Dinámica Heurística. 2005

(2) Loss Prevention in the Process Industries, Frank P less, second Edition, 1996. Ed. HB Vol. I, II y III. Hazard Identification Assessment and Control

(3) Guidelines for Consequence Analysis of Chemical Releases. American Institute of Chemical Engineers (AIChE). 1999.

(4) Guideline for Hazard Evaluation Procedures, Second Edition, AIChE 1992.

(5) Fault Tree Handbook, U.S. Nuclear Regulatory Commission, 1981.

A continuación se describen las interacciones que puede llegar a tener una fuga de gas natural que al entrar en contacto con una fuente de ignición se convierte en un Jet Fire (Chorro de Fuego), con la infraestructura presente (unidades médicas, instituciones educativas, viviendas e instalaciones de riesgo), describiendo las consecuencias en caso de presentarse dicho escenario.

**TABLA RESUMEN**

COMPAÑÍA DE AUTOABASTECEDORES DE GAS NATURAL DE MORELOS, S.A. DE C.V.				Escenario 23. JIUTEPEC, MORELOS					
% de Ruptura por un impacto.	Jet Fire		Explosión no confinada		Chorro Horizontal		Ver Figuras VI.3.2.137 y VI.3.2.138		
	Ver Figura VI.3.2.133 y VI.3.2.134		Ver Figuras VI.3.2.135 y VI.3.2.136		Ver Figuras VI.3.2.137 y VI.3.2.138				
Válvula de Seccionamiento No. 14	Eventos 23.1 y 23.2		Eventos 23.3 y 23.4		Eventos 23.5 y 23.6				
Jiutepec, Morelos.	Radios de afectación (R.A) (m)	Radiación Térmica (RT) Zonas de Riesgo (ZR)	Radios de Afectación (m)	Sobrepresión y Zonas de Riesgo.	Radios de Afectación (m)	Isoconcentración (ppm)			
Evento al 100%	23.1	86,59	ZAR 5 Kw/m <sup>2</sup>	23.3	202,35	ZAR 1 psi	23.5	692,24	10 000
		162,67	ZA 1.4 Kw/m <sup>2</sup>		343,97	ZA 0,5 psi		0	50 000
Evento al 20%	23.2	18,63	ZAR	23.4	69,2	ZAR		23.6	172,72



20%	34,9	ZA	117,63	ZA	2,64	50 000
					0	150 000

Efectos sobre la población y/o infraestructura existentes en la ZA y ZAR																			
Jet Fire (Ver Figura VI.3.2.133 y VI.3.2.134)	<p>⌘ <u>Infraestructura dentro de la ZAR (79 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 86 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 160 al momento de que ocurra el siniestro.</li> <li>- Taller eléctrico a 6 m,</li> <li>- Gimnasio a 7 m.</li> </ul>																		
	<p>⌘ <u>Personas que transiten por la carretera Federal No 160, mismas que se encuentren dentro de la ZAR (18 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 86 m):</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 13 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo,</li> <li>- A los 40 segundos, presentarán quemaduras de segundo grado, considerando también asfixia por la disminución de Oxígeno y la exposición a los humos generados.</li> </ul>																		
	<p>⌘ <u>Infraestructura presente en la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 86 hasta 162 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 160 al momento de que ocurra el siniestro.</li> <li>- Taller eléctrico a 6 m,</li> <li>- Gimnasio a 7 m,</li> <li>- Casas habitación de la colonia López Portillo ubicadas a 100 m.</li> </ul>																		
	<p>⌘ <u>Personas que transiten por la carretera Federal No. 160, mismas que se encuentren dentro de la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 86 hasta 162 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 115 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo en la piel expuesta,</li> <li>- Después de 663 segundos (11.05 min.), presentarán quemaduras de segundo grado.</li> </ul>																		
Explosión no Confinada (Ver Figura VI.3.2.135 y VI.3.2.136)	<p>⌘ <u>Infraestructura y habitantes presentes en la ZAR (842,8 psi a 1 psi en un radio de 0 m hasta 202 m) y ZA (1 psi a 0,5 psi en un radio a partir de 202 m hasta 343 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 160 al momento de que ocurra el siniestro.</li> <li>- Taller eléctrico a 6 m,</li> <li>- Gimnasio a 7 m,</li> <li>- Casas habitación de la colonia López Portillo ubicadas a 100 m.</li> </ul>																		
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Sobrepresión</th> <th>Daño esperado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.0</td> <td>Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.</td> </tr> <tr> <td>2.0</td> <td>Colapso parcial de muros y techos de casas.</td> </tr> <tr> <td>3.0</td> <td>Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.</td> </tr> <tr> <td>4.0</td> <td>Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.</td> </tr> <tr> <td>5.0</td> <td>Postes de madera arrancados</td> </tr> <tr> <td>7.0</td> <td>Volcadura de carros de ferrocarril con carga</td> </tr> <tr> <td>9.0</td> <td>Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.</td> </tr> <tr> <td>10.0</td> <td>Posible destrucción total de edificios.</td> </tr> </tbody> </table>	Sobrepresión	Daño esperado	1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.	2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.	3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.	4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.	5.0	Postes de madera arrancados	7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga	9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.	10.0	Posible destrucción total de edificios.
	Sobrepresión	Daño esperado																	
	1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.																	
	2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.																	
	3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.																	
	4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.																	
	5.0	Postes de madera arrancados																	
	7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga																	
9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.																		
10.0	Posible destrucción total de edificios.																		
Chorro Horizontal	Daños en la salud de los habitantes localizados dentro de cualquiera de los radios de afectación, ya que de acuerdo a la <b>OSHA (Administración de Seguridad y Salud</b>																		



<b>(Ver Figura VI.3.2.137 y VI.3.2.138)</b>	<b>Ocupacional</b> , el gas natural se considera como un asfixiante simple a cualquier concentración, por lo que no se establecen tiempos máximos permisibles de exposición a dicha sustancia de acuerdo a la NOM-010-STPS-1999.
---	--

Por lo anterior, Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V. deberá de:

- Realizar celajes diarios por parte de técnicos capacitados (equipados con Radio con frecuencia controlada y con teléfono celular) y contar con registros de las verificaciones a realizar en cada uno de los recorridos por las instalaciones,
- Contar con un sistema de comunicación directa con oficinas de ELECNOR, para reportar cualquier falla en el suministro de Gas, así como cualquier emergencia que requiera el cierre del Gasoducto operado por ELECNOR. Así mismo mantener comunicación permanente mediante Radio de frecuencia controlada con el personal responsable de la operación del Gasoducto,
- Elaborar y poner en práctica un programa de capacitación dirigido al personal operativo, en relación a los procedimientos establecidos para la ejecución de las actividades de mantenimiento,
- Elaborar y poner en práctica una lista de verificación de tuberías, con el objeto de llevar un control en cuanto a la integridad mecánica de las mismas,
- Las actividades de verificación visual, se deberán realizar diariamente, y al detectar alguna anomalía en la instalación, actuar correctamente con apego a los procedimientos establecidos,
- Instalar letreros y señalamientos alusivos al peligro que representa la instalación, con el objeto de alertar a las personas que transitan por dicha zona.

### Radios de Afectación Eventos 23.1 y 23.2

Incendio (Radiación Térmica):

#### Evento 23.1

Válvula de Seccionamiento No. 14 (Fuga del 100%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m <sup>2</sup> )	86,59
Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m <sup>2</sup> )	162,67

#### Evento 23.2

Válvula de Seccionamiento No. 14 (Fuga del 20%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m <sup>2</sup> )	18,63
Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m <sup>2</sup> )	34,9



**Figura VI.3.2.133** Evento 23.1 Incendio (Radiación Térmica). Zona de Alto Riesgo (ZAR) ( $5 \text{ KW/m}^2$ ) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) ( $1.4 \text{ KW/m}^2$ ) en color amarillo.





**Figura VI.3.2.134** Evento 23.2 Incendio (Radiación Térmica). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m<sup>2</sup>) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m<sup>2</sup>) en color amarillo.

### Evento 23.3. Explosión no Confinada.



#### SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

#### Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas

TITULO DEL MODELO					
Escenario No. 23. Evento 23.3					
DESCRIPCION					
Explosión no confinada originada por una fuga de gas natural, debido a la ruptura diámetro del 100% de la válvula de seccionamiento AC No. 14 de 8" de diámetro.					
DATOS DE LA SUSTANCIA					
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos			
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP			
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS			
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE			
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50			
Subfamilia	()				
Fórmula	CH4				
Estructura	CH4				
PARAMETROS DE ENTRADA					
Peso del material en la nube		4388.904 kg			
Factor de Eficiencia Explosiva		0.03			
Límite Inferior de Explosividad		5 %			
Límite Superior de Explosividad		15 %			
Calor de Combustión		50029 kJ/kg			
Calor de Combustión del TNT (RMP)		4680 kJ/kg			
Masa Equivalente en TNT		1407.515886 kg			
Distancia mínima de cálculo		0.755343213566819			
Distancia máxima de cálculo		448.274904193958			
Distancia total del cálculo		447.519560980391			
PRESIÓN CALCULADA A DISTANCIAS DE INTERÉS					
Distancia (m)	Presión (kPa)	Presión (psi)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)



Evento 23.4. Explosión no Confinada



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas

TITULO DEL MODELO					
Escenario No. 23. Evento 23.4					
DESCRIPCION					
Explosión no confinada originada por una fuga de gas natural, debido a la ruptura diámetro del 20% de la válvula de seccionamiento AC No. 14 de 8" de diámetro.					
DATOS DE LA SUSTANCIA					
Nombre	METANO (METHANE)			Sinónimos	
No. CAS	74-82-8			FIRE DAMP	
Nombre CAS	METHANE			MARSH GAS	
Nombre IUPAC	METHANE			METHYL HYDRIDE	
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)			REFRIGERANT 50	
Subfamilia	()				
Fórmula	CH4				
Estructura	CH4				
PARAMETROS DE ENTRADA					
Peso del material en la nube				175.554 kg	
Factor de Eficiencia Explosiva				0.03	
Límite Inferior de Explosividad				5%	
Límite Superior de Explosividad				15%	
Calor de Combustión				50029 kJ/kg	
Calor de Combustión del TNT (RMP)				4680 kJ/kg	
Masa Equivalente en TNT				56.2999427307692 kg	
Distancia mínima de cálculo				0.258322685881903	
Distancia máxima de cálculo				153.30723197739	
Distancia total del cálculo				153.048909291508	
PRESION CALCULADA A DISTANCIAS DE INTERÉS					
Distancia (m)	Presión (kPa)	Presión (psi)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
5.0000000	7.570750100	109.0010000	0.7500110	0.000000000	0.000000000



**Radios de Afectación  
Eventos 23.3 y 23.4**

❖ Sobrepresión (Explosión):

**Evento 23.3**

Válvula de Seccionamiento No. 14 (Fuga del 100%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1.0 psi)	202,35
Zona de Amortiguamiento (ZA) (0.5 psi)	343,97

**Evento 23.4**

Válvula de Seccionamiento No. 14 (Fuga del 20%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1.0 psi)	69,2
Zona de Amortiguamiento (ZA) (0.5 psi)	117,63



**Figura VI.3.2.135** Evento 23.3 Explosión no Confinada (Sobrepresión). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1 PSI) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (0,5 PSI) en color amarillo.





**Figura VI.3.2.136** Evento 23.4 Explosión no Confinada (Sobrepresión). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1 PSI) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (0,5 PSI) en color amarillo.

**Radios de Afectación  
Eventos 23.5 y 23.6**

❖ Chorro Horizontal (Isoconcentraciones):

**Evento 23.5**

Válvula de Seccionamiento No. 14 (Fuga del 100%)	
Isoconcentraciones	Radios de Afectación (m)
10 000 ppm	692,24
50 000 ppm	0
150 000 ppm	0

**Evento 23.6**

Válvula de Seccionamiento No. 14 (Fuga del 20%)	
Isoconcentraciones	Radios de Afectación (m)
10 000 ppm	172,72
50 000 ppm	2,64
150 000 ppm	0

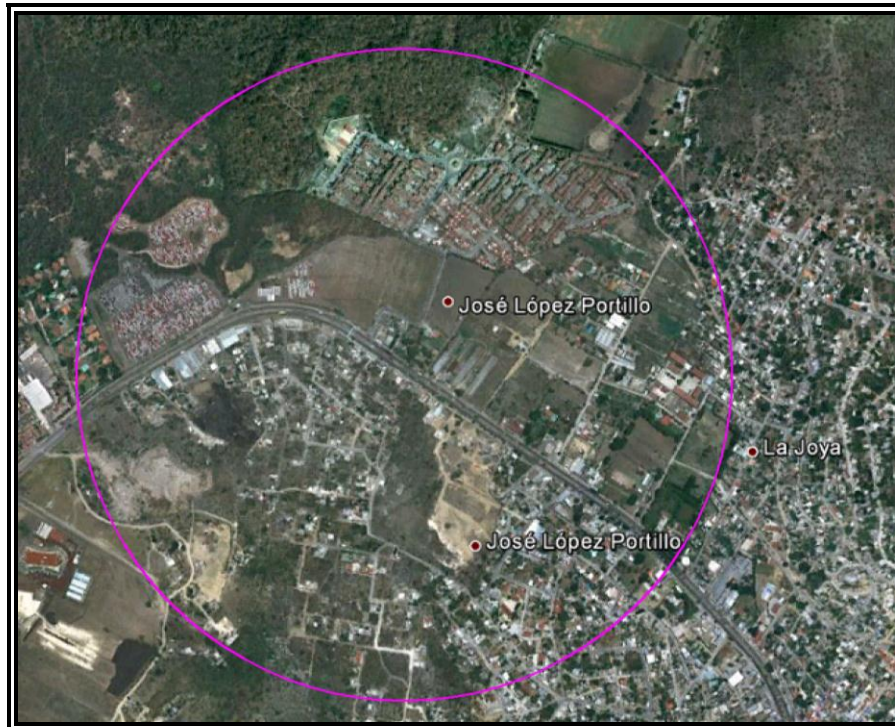


Figura VI.3.2.137 Evento 23.5. Radios de concentraciones de Gas Natural en partes por millón (ppm).



Figura VI.3.2.138 Evento 23.6. Radios de concentraciones de Gas Natural en partes por millón (ppm).



**Escenario 24: Válvula de Seccionamiento No. 15 en Acero al Carbón, con una rotura diametral del 100% y 20% de 8"Φ.**

Se presenta una fuga de Gas Natural en la Válvula de Seccionamiento No. 15 de 8"Φ en Acero al Carbón, la cual se encuentra instalada en el municipio de Yautepec; dicha fuga es causada por una rotura en el gasoducto a causa de una sobrepresión en la línea de suministro.

Consideraciones.

- El tiempo máximo de respuesta por parte del personal operativo para mitigar la fuga en la Válvula de Seccionamiento de 8"Φ se considera de 15 minutos, debido a que las instalaciones cuentan con otras válvulas de bloqueo y medidores de presión que emiten señales a través del sistema de control de Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V.. Además de contar con vialidades existentes en la zona, lo que permite un acceso rápido a la instalación.
- El tipo de liberación de la fuga es continuo durante el tiempo que ocurre.
- A 60 segundos, después de haberse generado la fuga, el Gas Natural entra en contacto con una fuente de ignición (chispa), lo cual provoca un JET FIRE.
- El gas inflamable que se escapa por la rotura del gasoducto, forma una atmósfera explosiva la cual alcanza un punto de ignición (chispa) generado por un vehículo al transitar por la zona, a los 60 segundos de concentración de la nube, originando una explosión no confinada.
- El diámetro del orificio es de 203,2 mm para la rotura del 100% y de 40,64 mm para la rotura del 20% de la Válvula de Seccionamiento de 8"Φ.

Condiciones ambientales y de operación.

- Temperatura del Gas en la tubería: 25°C,
- Velocidad del viento: 1 m/s,
- Humedad relativa: 60%,
- Presión del gas en la tubería: 21,5 Kg/cm<sup>2</sup> (2 109,2 KPa)
- Altura de la fuente de emisión: 1 m.





Evento 24.1. JET FIRE



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)

TITULO DEL MODELO			
Escenario No.24. Evento 24.1			
DESCRIPCION			
Chorro de fuego originado por una fuga de gas natural, ocasionada por la ruptura diametral del 100% de la válvula de seccionamiento A C No. 15 de 8" de diámetro.			
DATOS DE LA SUSTANCIA			
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos	
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP	
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS	
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE	
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50	
Subfamilia	()		
Fórmula	CH4		
Estructura	CH4		
PARAMETROS DE ENTRADA			
Peso Molecular		16.04246 kg/kmol	
Calor de Combustión		50029.0 kJ/kg	
Concentración Estequiométrica		9.5 %	
Temperatura de Ebullición		111.66 °K (-161.49 °C)	
Humedad relativa		60.00 %	
Temperatura ambiente		298.15 °K (25.00 °C)	
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO			
Diámetro del orificio		0.2032 m	
Presión en la tubería		2109200.0 Pa	
Coefficiente de descarga		0.63	
Longitud de la flama		43.13749 m	
Tasa de emisión de masa		73.148485 kg /s	
Clase de emisión		Flujo Sónico	
RADIACIÓN CALCULADA A DISTANCIAS ESPECIFICAS			
Distancia a nivel de piso (m)	Distancia a fuente puntual (m)	Transmisividad	Radiación (kW/m2)
10.000	23.774	0.77	79.2835
25.000	33.018	0.75	39.9066
50.000	54.454	0.71	14.0264
60.000	63.759	0.70	10.0867
70.000	73.248	0.70	7.5479
80.000	82.857	0.69	5.8336
90.000	92.548	0.68	4.6295
100.000	102.300	0.67	3.7550
150.000	151.543	0.65	1.6517
200.000	201.160	0.63	0.9138
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECÍFICOS			
Radiación (kW/m2)	Distancia (m)	Dosis (W/m2) <sup>4/3</sup> tiempo de exposición= 60.00s	Dosis (W/m2) <sup>4/3</sup> tiempo de duración= 840.00 s
1.4000 E+00	1.6267 E+02	9.3970 E+05	1.3156 E+07
3.0000 E+00	1.1188 E+02	2.5960 E+06	3.6345 E+07
5.0000 E+00	8.6590 E+01	5.1299 E+06	7.1819 E+07
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE DOSIS DE RADIACIÓN ESPECÍFICAS			
Dosis (W/m2) <sup>3/4</sup>	Distancia (m)		
9.3970 E+05	4.2251 E+02		
2.5960 E+06	2.9299 E+02		
5.1299 E+06	2.2906 E+02		





Evento 24.2. JET FIRE



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)

TITULO DEL MODELO			
Escenario No.24. Evento 24.2			
DESCRIPCION			
Chorro de fuego originado por una fuga de gas natural, ocasionada por la ruptura diametral del 20% de la válvula de seccionamiento AC No. 15 de 8" de diámetro.			
DATOS DE LA SUSTANCIA			
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos	
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP	
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS	
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE	
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50	
Subfamilia	()		
Fórmula	CH4		
Estructura	CH4		
PARAMETROS DE ENTRADA			
Peso Molecular		16.04246 kg/kmol	
Calor de Combustión		50029.0 kJ/kg	
Concentración Estequiométrica		9.5 %	
Temperatura de Ebullición		111.66 °K (-161.49 °C)	
Humedad relativa		60.00 %	
Temperatura ambiente		298.15 °K (25.00 °C)	
CARACTERISTICAS DEL FUEGO			
Diámetro del orificio		0.04064 m	
Presión en la tubería		2109200.0 Pa	
Coefficiente de descarga		0.63	
Longitud de la flama		8.627498 m	
Tasa de emisión de masa		2.925939 kg /s	
Clase de emisión		Flujo Sónico	
RADIACION CALCULADA A DISTANCIAS ESPECIFICAS			
Distancia a nivel de piso (m)	Distancia a fuente puntual (m)	Transmisividad	Radiación (kW/m2)
10.000	10.891	0.83	16.2126
25.000	25.369	0.76	2.7688
50.000	50.186	0.72	0.6654
60.000	60.155	0.71	0.4556
70.000	70.133	0.70	0.3306
80.000	80.116	0.69	0.2503
90.000	90.103	0.68	0.1958
100.000	100.093	0.68	0.1572
150.000	150.062	0.65	0.0674
200.000	200.047	0.64	0.0370
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACION ESPECIFICOS			
Radiación (kW/m2)	Distancia (m)	Dosis (W/m2) <sup>4/3</sup> tiempo de exposición= 60.00s	Dosis (W/m2) <sup>4/3</sup> tiempo de duración= 840.00 s
1.4000 E+00	3.4902 E+01	9.3970 E+05	1.3156 E+07
3.0000 E+00	2.4037 E+01	2.5960 E+06	3.6345 E+07
5.0000 E+00	1.8632 E+01	5.1299 E+06	7.1819 E+07
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE DOSIS DE RADIACION ESPECIFICAS			
Dosis (W/m2) <sup>3/4</sup>	Distancia (m)		
9.3970 E+05	9.0570 E+01		
2.5960 E+06	6.2816 E+01		
5.1299 E+06	4.9121 E+01		



### Análisis de interacciones del Escenario 24.

El presente escenario consiste en la formación de un Chorro de Fuego originado por una fuga de Gas Natural en el gasoducto, provocada por la ruptura diametral del 100% y 20% de la válvula de Seccionamiento No. 15 en Acero al Carbón de 8"Φ a causa de una sobrepresión en la línea de suministro, lo cual puede llegar a ser catastrófico para la infraestructura presente en la zona donde se suscita el evento. Por tal efecto, y con fundamento en el análisis de riesgo mediante la metodología de Árbol de Fallas, se utilizó el software Árbol de Fallas (FaultREASE; Arthur D Little. Hazard Prevention Magazine) (Ver Anexo No. 10 Árboles de Falla), para determinar la probabilidad de ocurrencia de un incendio en el gasoducto principal de transporte, involucrando causas probables, tales como: fallas de instrumentos y/o accesorios y del material de construcción, principalmente, de lo anterior, y como resultado final se tiene que la probabilidad de ocurrencia de un escenario como el que se plantea es de  $7 \times 10^{-6}$ , lo cual de acuerdo a la Fuente de información consultada, lo cataloga como improbable.

- Fuente: (1) Modelo de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones. Dinámica Heurística. 2005  
 (2) Loss Prevention in the Process Industries, Frank P less, second Edition, 1996. Ed. HB Vol. I, II y III. Hazard Identification Assessment and Control  
 (3) Guidelines for Consequence Analysis of Chemical Releases. American Institute of Chemical Engineers (AIChE). 1999.  
 (4) Guideline for Hazard Evaluation Procedures, Second Edition, AIChE 1992.  
 (5) Fault Tree Handbook, U.S. Nuclear Regulatory Commission, 1981.

A continuación se describen las interacciones que puede llegar a tener una fuga de gas natural que al entrar en contacto con una fuente de ignición se convierte en un Jet Fire (Chorro de Fuego), con la infraestructura presente (unidades médicas, instituciones educativas, viviendas e instalaciones de riesgo), describiendo las consecuencias en caso de presentarse dicho escenario.

**TABLA RESUMEN**

COMPAÑÍA DE AUTOABASTECEDORES DE GAS NATURAL DE MORELOS, S.A. DE C.V.				Escenario 24. YAUTEPEC, MORELOS					
% de Ruptura por un impacto.	Jet Fire		Ver Figura VI.3.2.139 y VI.3.2.140	Explosión no confinada		Ver Figuras VI.3.2.141 y VI.3.2.142	Chorro Horizontal		Ver Figuras VI.3.2.143 y VI.3.2.144
	Eventos 24.1 y 24.2			Eventos 24.3 y 24.4			Eventos 24.5 y 24.6		
Válvula de Seccionamiento No. 15	Radios de afectación (R.A) (m)		Radiación Térmica (RT) Zonas de Riesgo (ZR)	Radios de Afectación (m)		Sobrepresión y Zonas de Riesgo.	Radios de Afectación (m)		Isoconcentración (ppm)
Yautepec, Morelos.									
Evento al 100%	24.1	86,59	ZAR 5 Kw/m <sup>2</sup>	24.3	202,35	ZAR 1 psi	24.5	692,24	10 000
		162,67	ZA 1.4 Kw/m <sup>2</sup>		343,97	ZA 0,5 psi		0	50 000
								0	150 000
Evento al 20%	24.2	18,63	ZAR	24.4	69,2	ZAR	24.6	172,72	10 000
		34,9	ZA		117,63	ZA		2,64	50 000
								0	150 000



Efectos sobre la población y/o infraestructura existentes en la ZA y ZAR		
Jet Fire (Ver Figura VI.3.2.139 y VI.3.2.140)	<p>⌘ <u>Infraestructura dentro de la ZAR (79 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 86 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 160 al momento de que ocurra el siniestro.</li> </ul>	
	<p>⌘ <u>Personas que transiten por la carretera Federal No 160, mismas que se encuentren dentro de la ZAR (18 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 86 m):</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 13 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo,</li> <li>- A los 40 segundos, presentarán quemaduras de segundo grado, considerando también asfixia por la disminución de Oxígeno y la exposición a los humos generados.</li> </ul>	
	<p>⌘ <u>Infraestructura presente en la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 86 hasta 162 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 160 al momento de que ocurra el siniestro.</li> <li>- Instalaciones de empresa distribuidora de tabiques localizada a 120 m de distancia.</li> </ul>	
	<p>⌘ <u>Personas que transiten por la carretera Federal No. 160, mismas que se encuentren dentro de la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 86 hasta 162 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 115 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo en la piel expuesta,</li> <li>- Después de 663 segundos (11.05 min.), presentarán quemaduras de segundo grado.</li> </ul>	
Explosión no Confinada (Ver Figura VI.3.2.141 y VI.3.2.142)	<p>⌘ <u>Infraestructura y habitantes presentes en la ZAR (842,8 psi a 1 psi en un radio de 0 m hasta 202 m) y ZA (1 psi a 0,5 psi en un radio a partir de 202 m hasta 343 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 160 al momento de que ocurra la explosión.</li> <li>- Instalaciones de empresa distribuidora de tabiques localizada a 120 m de distancia,</li> <li>- Casas habitación localizadas dentro de un radio de 300 m.</li> </ul>	
	Sobrepresión	Daño esperado
	1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.
	2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.
	3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.
	4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.
	5.0	Postes de madera arrancados
	7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga
	9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.
10.0	Posible destrucción total de edificios.	
Chorro Horizontal (Ver Figura VI.3.2.143 y VI.3.2.144)	<p>Daños en la salud de los habitantes localizados dentro de cualquiera de los radios de afectación, ya que de acuerdo a la <b>OSHA (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional)</b>, el gas natural se considera como un asfixiante simple a cualquier concentración, por lo que no se establecen tiempos máximos permisibles de exposición a dicha sustancia de acuerdo a la NOM-010-STPS-1999.</p>	

Por lo anterior, Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V. deberá de:

- Realizar celajes diarios por parte de técnicos capacitados (equipados con Radio con frecuencia controlada y con teléfono celular) y contar con registros de las verificaciones a realizar en cada uno de los recorridos por las instalaciones,



- Contar con un sistema de comunicación directa con oficinas de ELECENOR, para reportar cualquier falla en el suministro de Gas, así como cualquier emergencia que requiera el cierre del Gasoducto operado por ELECENOR. Así mismo mantener comunicación permanente mediante Radio de frecuencia controlada con el personal responsable de la operación del Gasoducto,
- Elaborar y poner en práctica un programa de capacitación dirigido al personal operativo, en relación a los procedimientos establecidos para la ejecución de las actividades de mantenimiento,
- Elaborar y poner en práctica una lista de verificación de tuberías, con el objeto de llevar un control en cuanto a la integridad mecánica de las mismas,
- Las actividades de verificación visual, se deberán realizar diariamente, y al detectar alguna anomalía en la instalación, actuar correctamente con apego a los procedimientos establecidos,
- Instalar letreros y señalamientos alusivos al peligro que representa la instalación, con el objeto de alertar a las personas que transitan por dicha zona.

**Radios de Afectación  
Eventos 24.1 y 24.2**

Incendio (Radiación Térmica):

**Evento 24.1**

<b>Válvula de Seccionamiento No. 15 (Fuga del 100%)</b>	
<b>Zonas de Riesgo</b>	<b>Radios de Afectación (m)</b>
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m <sup>2</sup> )	86,59
Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m <sup>2</sup> )	162,67

**Evento 24.2**

<b>Válvula de Seccionamiento No. 15 (Fuga del 20%)</b>	
<b>Zonas de Riesgo</b>	<b>Radios de Afectación (m)</b>
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m <sup>2</sup> )	18,63
Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m <sup>2</sup> )	34,9





**Figura VI.3.2.139** Evento 24.1 Incendio (Radiación Térmica). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m<sup>2</sup>) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m<sup>2</sup>) en color amarillo.



**Figura VI.3.2.140** Evento 24.2 Incendio (Radiación Térmica). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m<sup>2</sup>) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m<sup>2</sup>) en color amarillo.



**Evento 24.3. Explosión no Confinada.**



**SCRI-FUEGO**

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

**Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas**

TITULO DEL MODELO					
Escenario No. 24. Evento 24.3					
DESCRIPCION					
Explosión no confinada originada por una fuga de gas natural, debido a la ruptura diámetro del 100% de la válvula de seccionamiento AC No. 15 de 8" de diámetro.					
DATOS DE LA SUSTANCIA					
Nombre	METANO (METHANE)		Sinónimos		
No. CAS	74-82-8		FIRE DAMP		
Nombre CAS	METHANE		MARSH GAS		
Nombre IUPAC	METHANE		METHYL HYDRIDE		
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)		REFRIGERANT 50		
Subfamilia	()				
Fórmula	CH4				
Estructura	CH4				
PARAMETROS DE ENTRADA					
Peso del material en la nube			4388.904 kg		
Factor de Eficiencia Explosiva			0.03		
Límite Inferior de Explosividad			5%		
Límite Superior de Explosividad			15 %		
Calor de Combustión			50029 kJ/kg		
Calor de Combustión del TNT (RMP)			4680 kJ/kg		
Masa Equivalente en TNT			1407.515886 kg		
Distancia mínima de cálculo			0.755343213566819		
Distancia máxima de cálculo			448.274904193958		
Distancia total del cálculo			447.519560980391		
PRESION CALCULADA A DISTANCIAS DE INTERÉS					
Distancia (m)	Presión (kPa)	Presión (psi)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
5.000000	5811.0991936	842.8356844	0.1196968	168.5842628	0.2502864
10.000000	1718.3748336	249.2312695	0.3810045	221.7867384	1.1715300
20.000000	368.8606697	53.4991616	1.3707478	149.9918021	2.0444390
30.000000	147.6298179	21.4120727	2.8941515	102.6444872	2.4998450
50.000000	52.9368426	7.6779037	6.8988842	65.5500514	3.6089183
70.000000	29.7510808	4.3150653	11.4784952	48.4304893	4.1045295
100.000000	17.3681561	2.5190590	18.6865977	34.6057673	4.6143717
150.000000	10.0539466	1.4582138	31.0271697	23.3935109	5.2577358
200.000000	6.9967505	1.0148013	43.6779212	17.7163096	5.7432247
DISTANCIAS CALCULADAS SEGÚN LAS PRESIONES DE INTERÉS					
Presión (kPa)	Presión (psi)	Distancia (m)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
137.8940000	20.0000000	30.9600415	3.0622064	99.7882456	2.5999234
103.4205000	15.0000000	35.4707881	3.8923182	88.4784205	2.9550329
68.9470000	10.0000000	43.4378321	5.4905268	74.1406631	3.3676192
34.4735000	5.0000000	63.9586562	10.0640349	52.6017820	3.9775200
27.5788000	4.0000000	73.4185590	12.2866774	46.3417006	4.1712131
20.6841000	3.0000000	88.6481134	15.9340331	38.8236311	4.4377880
13.7894000	2.0000000	118.0606819	23.1065135	29.4913465	4.8688623
6.8947000	1.0000000	202.3584712	44.2813291	17.5166443	5.7630431
3.4473500	0.5000000	343.9765683	80.9068542	10.3847593	6.6462484



Evento 24.4. Explosión no Confinada



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas

TITULO DEL MODELO					
Escenario No. 24. Evento 24.4					
DESCRIPCION					
Explosión no confinada originada por una fuga de gas natural, debido a la ruptura diámetro del 20% de la válvula de seccionamiento AC No. 15 de 8" de diámetro.					
DATOS DE LA SUSTANCIA					
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos			
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP			
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS			
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE			
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50			
Subfamilia	()				
Fórmula	CH4				
Estructura	CH4				
PARAMETROS DE ENTRADA					
Peso del material en la nube					175.554 kg
Factor de Eficiencia Explosiva					0.03
Límite Inferior de Explosividad					5%
Límite Superior de Explosividad					15%
Calor de Combustión					50029 kJ/kg
Calor de Combustión del TNT (RMP)					4680 kJ/kg
Masa Equivalente en TNT					56.2999427307692 kg
Distancia mínima de cálculo					0.258322685881903
Distancia máxima de cálculo					153.30723197739
Distancia total del cálculo					153.048909291508
PRESION CALCULADA A DISTANCIAS DE INTERÉS					
Distancia (m)	Presión (kPa)	Presión (psi)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
5.000000	757.2750180	109.8343681	0.7623412	200.6274918	2.2168144
10.000000	156.1266074	22.6444381	2.7635248	105.0433939	2.4197718
20.000000	40.1014415	5.8162707	8.8011503	57.0332437	3.8486802
30.000000	21.0086265	3.0470690	15.7102733	39.2128894	4.4226615
50.000000	10.3917900	1.5072142	30.0783623	23.9811914	5.2150811
70.000000	6.7978089	0.9859470	44.8763186	17.3243064	5.7823308
100.000000	4.3090778	0.6249841	67.5587121	12.2245649	6.3753450
150.000000	2.4355339	0.3532473	105.1014651	8.0979082	7.1003868
200.000000					
DISTANCIAS CALCULADAS SEGÚN LAS PRESIONES DE INTERÉS					
Presión (kPa)	Presión (psi)	Distancia (m)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
137.8940000	20.0000000	10.5881418	3.0622064	99.7882456	2.5999234
103.4205000	15.0000000	12.1307891	3.8923182	88.4784205	2.9550329
68.9470000	10.0000000	14.8554687	5.4905268	74.1406631	3.3676192
34.4735000	5.0000000	21.8734630	10.0640349	52.6017820	3.9775200
27.5788000	4.0000000	25.1086910	12.2866774	46.3417006	4.1712131
20.6841000	3.0000000	30.3171040	15.9340331	38.8236311	4.4377880
13.7894000	2.0000000	40.3760197	23.1065135	29.4913465	4.8688623
6.8947000	1.0000000	69.2053398	44.2813291	17.5166443	5.7630431
3.4473500	0.5000000	117.6378491	80.9068542	10.3847593	6.6462484





### Radios de Afecación Eventos 24.3 y 24.4

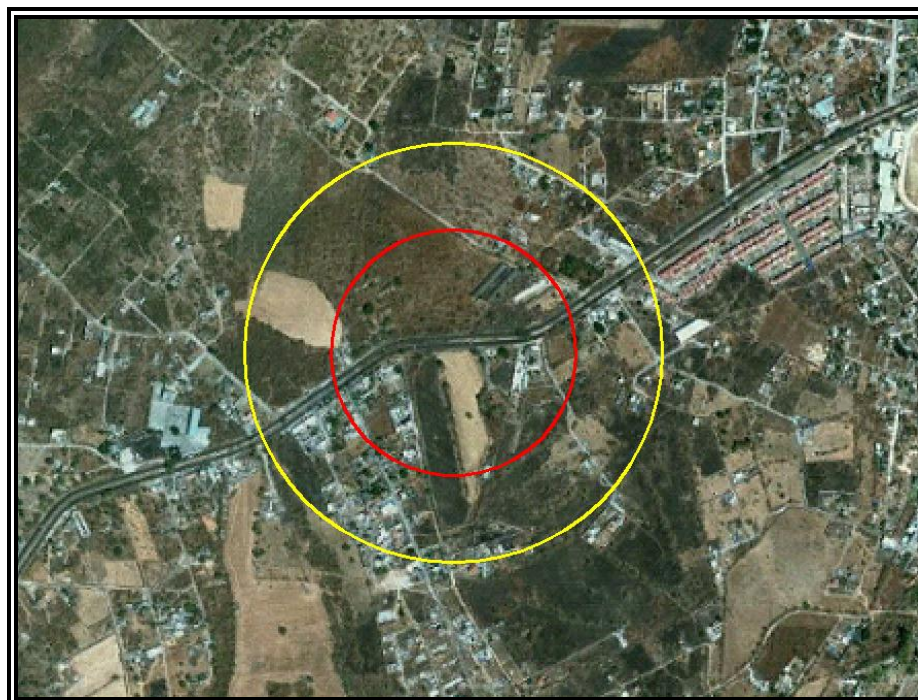
❖ Sobrepresión (Explosión):

#### Evento 24.3

Válvula de Seccionamiento No. 15 (Fuga del 100%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afecación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1.0 psi)	202,35
Zona de Amortiguamiento (ZA) (0.5 psi)	343,97

#### Evento 24.4

Válvula de Seccionamiento No. 15(Fuga del 20%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afecación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1.0 psi)	69,2
Zona de Amortiguamiento (ZA) (0.5 psi)	117,63



**Figura VI.3.2.139** Evento 24.3 Explosión no Confinada (Sobrepresión). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1 PSI) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (0,5 PSI) en color amarillo.





**Figura VI.3.2.140** Evento 24.4 Explosión no Confinada (Sobrepresión). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1 PSI) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (0,5 PSI) en color amarillo.

**Radios de Afectación  
Eventos 24.5 y 24.6**

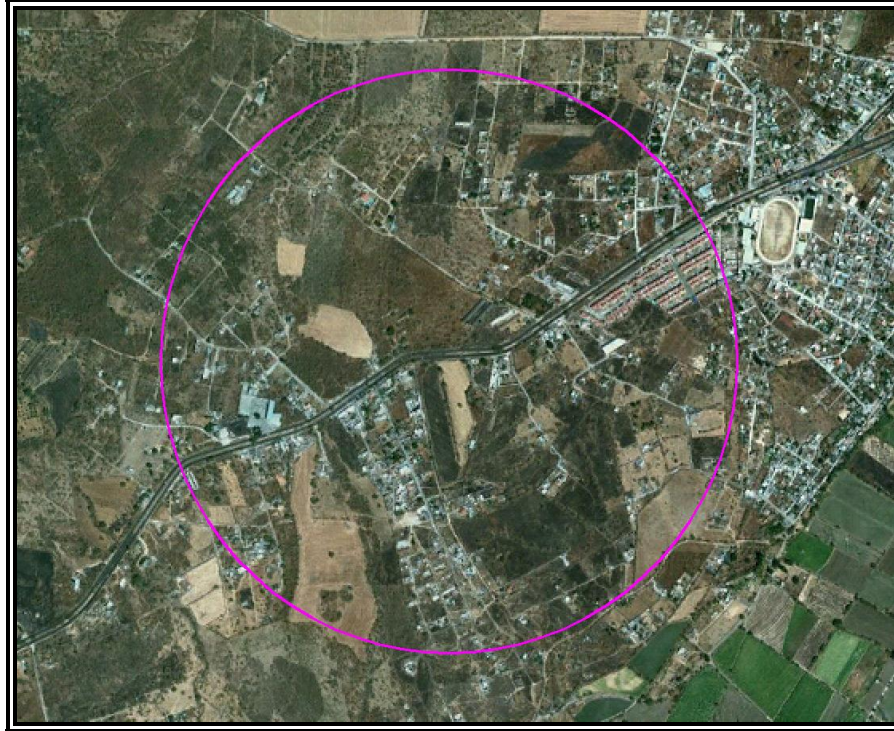
❖ Chorro Horizontal (Isoconcentraciones):

**Evento 24.5**

Válvula de Seccionamiento No. 15 (Fuga del 100%)	
Isoconcentraciones	Radios de Afectación (m)
10 000 ppm	692,24
50 000 ppm	0
150 000 ppm	0

**Evento 24.6**

Válvula de Seccionamiento No. 15 (Fuga del 20%)	
Isoconcentraciones	Radios de Afectación (m)
10 000 ppm	172,72
50 000 ppm	2,64
150 000 ppm	0



**Figura VI.3.2.141** Evento 24.5. Radios de concentraciones de Gas Natural en partes por millón (ppm).



**Figura VI.3.2.142** Evento 24.6. Radios de concentraciones de Gas Natural en partes por millón (ppm).

**Escenario 25: Válvula de Seccionamiento No. 17 en Acero al Carbón, con una rotura diametral del 100% y 20% de 8"Φ.**

Se presenta una fuga de Gas Natural en la Válvula de Seccionamiento No. 17 de 8"Φ en Acero al Carbón, la cual se encuentra instalada en el municipio de Yautepec; dicha fuga es causada por una rotura en el gasoducto a causa de una sobrepresión en la línea de suministro.

Consideraciones.

- El tiempo máximo de respuesta por parte del personal operativo para mitigar la fuga en la Válvula de Seccionamiento de 8"Φ se considera de 15 minutos, debido a que las instalaciones cuentan con otras válvulas de bloqueo y medidores de presión que emiten señales a través del sistema de control de Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V.. Además de contar con vialidades existentes en la zona, lo que permite un acceso rápido a la instalación.
- El tipo de liberación de la fuga es continuo durante el tiempo que ocurre.
- A 60 segundos, después de haberse generado la fuga, el Gas Natural entra en contacto con una fuente de ignición (chispa), lo cual provoca un JET FIRE.
- El gas inflamable que se escapa por la rotura del gasoducto, forma una atmósfera explosiva la cual alcanza un punto de ignición (chispa) generado por un vehículo al transitar por la zona, a los 60 segundos de concentración de la nube, originando una explosión no confinada.



- El diámetro del orificio es de 203,2 mm para la rotura del 100% y de 40,64 mm para la rotura del 20% de la Válvula de Seccionamiento de 8"Φ.

Condiciones ambientales y de operación.

- Temperatura del Gas en la tubería: 25°C,
- Velocidad del viento: 1 m/s,
- Humedad relativa: 60%,
- Presión del gas en la tubería: 21,5 Kg/cm<sup>2</sup> (2 109,2 KPa)
- Altura de la fuente de emisión: 1 m.

**Evento 26.1. JET FIRE**



**SCRI-FUEGO**

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)

<b>TITULO DEL MODELO</b>		
Escenario No.26. Evento 26.1		
<b>DESCRIPCION</b>		
Chorro de fuego originado por una fuga de gas natural, ocasionada por la ruptura diametral del 100% de la válvula de seccionamiento AC No. 17 de 8" de diámetro.		
<b>DATOS DE LA SUSTANCIA</b>		
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS
Nombre IUPAC	METHANE	METHYLHYDRIDE
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50
Subfamilia	()	
Fórmula	CH4	
Estructura	CH4	
<b>PARAMETROS DE ENTRADA</b>		
Peso Molecular		16.04246 kg/kmol
Calor de Combustión		50029.0 kJ/kg
Concentración Estequiométrica		9.5 %
Temperatura de Ebullición		111.66 °K (-161.49 °C)
Humedad relativa		60.00 %
Temperatura ambiente		298.15 °K (25.00 °C)
<b>CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO</b>		
Diámetro del orificio		0.2032 m
Presión en la tubería		2109200.0 Pa
Coefficiente de descarga		0.63
Longitud de la flama		43.13749 m
Tasa de emisión de masa		73.148485 kg /s
Clase de emisión		Flujo Sónico
<b>RADIACIÓN CALCULADA A DISTANCIAS ESPECÍFICAS</b>		

SCA





Evento 26.2. JET FIRE



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)

TITULO DEL MODELO	
Escenario No.26. Evento 26.2	
DESCRIPCION	
Chorro de fuego originado por una fuga de gas natural, ocasionada por la ruptura diametral del 20% de la válvula de seccionamiento AC No. 17 de 8" de diámetro.	
DATOS DE LA SUSTANCIA	
Nombre	METANO (METHANE)
No. CAS	74-82-8
Nombre CAS	METHANE
Nombre IUPAC	METHANE
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)
Subfamilia	()
Fórmula	CH4
Estructura	CH4
Sinónimos	FIRE DAMP MARSH GAS METHYL HYDRIDE REFRIGERANT 50
PARAMETROS DE ENTRADA	
Peso Molecular	16.04246 kg/k.mol
Calor de Combustión	50029.0 kJ/kg
Concentración Estequiométrica	9.5 %
Temperatura de Ebullición	111.66 °K (-161.49 °C)
Humedad relativa	60.00 %
Temperatura ambiente	298.15 °K (25.00 °C)
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO	
Diámetro del orificio	0.04064 m
Presión en la tubería	2109200.0 Pa
Coefficiente de descarga	0.63
Longitud de la flama	8.627498 m
Tasa de emisión de masa	2.925939 kg /s
Clase de emisión	Flujo Sónico
RADIACIÓN CALCULADA A DISTANCIAS ESPECÍFICAS	



### **Análisis de interacciones del Escenario 26.**

El presente escenario consiste en la formación de un Chorro de Fuego originado por una fuga de Gas Natural en el gasoducto, provocada por la ruptura diametral del 100% y 20% de la válvula de Seccionamiento No. 17 en Acero al Carbón de 8"Φ a causa de una sobrepresión en la línea de suministro, lo cual puede llegar a ser catastrófico para la infraestructura presente en la zona donde se suscita el evento. Por tal efecto, y con fundamento en el análisis de riesgo mediante la metodología de Árbol de Fallas, se utilizó el software Árbol de Fallas (FaultREASE; Arthur D Little. Hazard Prevention Magazine) (Ver Anexo No. 10 Árboles de Falla), para determinar la probabilidad de ocurrencia de un incendio en el gasoducto principal de transporte, involucrando causas probables, tales como: fallas de instrumentos y/o accesorios y del material de construcción, principalmente, de lo anterior, y como resultado final se tiene que la probabilidad de ocurrencia de un escenario como el que se plantea es de  $7 \times 10^{-6}$ , lo cual de acuerdo a la Fuente de información consultada, lo cataloga como improbable.

**Fuente: (1) Modelo de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones. Dinámica Heurística. 2005**

**(2) Loss Prevention in the Process Industries, Frank Pless, second Edition, 1996. Ed. HB Vol. I, II y III. Hazard Identification Assessment and Control**

**(3) Guidelines for Consequence Analysis of Chemical Releases. American Institute of Chemical Engineers (AIChE). 1999.**

**(4) Guideline for Hazard Evaluation Procedures, Second Edition, AIChE 1992.**

**(5) Fault Tree Handbook, U.S. Nuclear Regulatory Commission, 1981.**

A continuación se describen las interacciones que puede llegar a tener una fuga de gas natural que al entrar en contacto con una fuente de ignición se convierte en un Jet Fire (Chorro de Fuego), con la infraestructura presente (unidades médicas, instituciones educativas, viviendas e instalaciones de riesgo), describiendo las consecuencias en caso de presentarse dicho escenario.



**TABLA RESUMEN**

COMPAÑÍA DE AUTOABASTECEDORES DE GAS NATURAL DE MORELOS, S.A. DE C.V.				Escenario 26. YAUTEPEC, MORELOS								
% de Ruptura por un impacto.  Válvula de Seccionamiento No. 17  Yautepec, Morelos.	Jet Fire  Eventos 26.1 y 26.2		Ver Figura VI.3.2.151 y VI.3.2.152		Explosión no confinada  Eventos 26.3 y 26.4		Ver Figuras VI.3.2.153 y VI.3.2.154		Chorro Horizontal  Eventos 26.5 y 26.6		Ver Figuras VI.3.2.155 y VI.3.2.156	
	Radios de afectación (R.A) (m)		Radiación Térmica (RT) Zonas de Riesgo (ZR)		Radios de Afectación (m)		Sobrepresión y Zonas de Riesgo.		Radios de Afectación (m)		Isoconcentración (ppm)	
	Evento al 100%	26.1	86,59	ZAR 5 Kw/m <sup>2</sup>	26.3	202,35	ZAR 1 psi	26.5	692,24	10 000		
		162,67	ZA 1.4 Kw/m <sup>2</sup>		343,97	ZA 0,5 psi		0	50 000			
								0	150 000			
Evento al 20%	26.2	18,63	ZAR	26.4	69,2	ZAR	26.6	172,72	10 000			
		34,9	ZA		117,63	ZA		2,64	50 000			
								0	150 000			

<b>Efectos sobre la población y/o infraestructura existentes en la ZA y ZAR</b>	
Jet Fire (Ver Figura VI.3.2.151 y VI.3.2.152)	<p>⌘ <u>Infraestructura dentro de la ZAR (79 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 86 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 115 al momento de que ocurra el siniestro,</li> <li>- Casas habitación de la colonia Fco. Villa.</li> </ul>
	<p>⌘ <u>Personas que transiten por la carretera Federal No 115, mismas que se encuentren dentro de la ZAR (18 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 86 m):</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 13 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo,</li> <li>- A los 40 segundos, presentarán quemaduras de segundo grado, considerando también asfixia por la disminución de Oxígeno y la exposición a los humos generados.</li> </ul>
	<p>⌘ <u>Infraestructura presente en la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 86 hasta 162 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 115 al momento de que ocurra el siniestro,</li> <li>- Casas habitación de la colonia Fco. Villa.</li> </ul>
	<p>⌘ <u>Personas que transiten por la carretera Federal No. 115, mismas que se encuentren dentro de la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 86 hasta 162 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 115 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo en la piel expuesta,</li> <li>- Después de 663 segundos (11.05 min.), presentarán quemaduras de segundo grado.</li> </ul>
Explosión no Confinada	<p>⌘ <u>Infraestructura y habitantes presentes en la ZAR (842,8 psi a 1 psi en un radio de 0 m hasta 202 m) y ZA (1 psi a 0,5 psi en un radio a partir de 202 m hasta 343 m).</u></p>



(Ver Figura VI.3.2.153 y VI.3.2.154)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 115 al momento de que ocurra el siniestro,</li> <li>- Casas habitación de la colonia Fco. Villa y la colonia Tehuixtlera,</li> <li>- Instalaciones de escuela secundaria, ubicada a 220 m de distancia.</li> </ul>	
	Sobrepresión	Daño esperado
	1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.
	2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.
	3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.
	4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.
	5.0	Postes de madera arrancados
	7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga
	9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.
	10.0	Posible destrucción total de edificios.
Chorro Horizontal (Ver Figura VI.3.2.155 y VI.3.2.156)	Daños en la salud de los habitantes localizados dentro de cualquiera de los radios de afectación, ya que de acuerdo a la <b>OSHA (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional)</b> , el gas natural se considera como un asfixiante simple a cualquier concentración, por lo que no se establecen tiempos máximos permisibles de exposición a dicha sustancia de acuerdo a la NOM-010-STPS-1999.	

Por lo anterior, Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V. deberá de:

- Realizar celajes diarios por parte de técnicos capacitados (equipados con Radio con frecuencia controlada y con teléfono celular) y contar con registros de las verificaciones a realizar en cada uno de los recorridos por las instalaciones,
- Contar con un sistema de comunicación directa con oficinas de ELEC NOR, para reportar cualquier falla en el suministro de Gas, así como cualquier emergencia que requiera el cierre del Gasoducto operado por ELEC NOR. Así mismo mantener comunicación permanente mediante Radio de frecuencia controlada con el personal responsable de la operación del Gasoducto,
- Elaborar y poner en práctica un programa de capacitación dirigido al personal operativo, en relación a los procedimientos establecidos para la ejecución de las actividades de mantenimiento,
- Elaborar y poner en práctica una lista de verificación de tuberías, con el objeto de llevar un control en cuanto a la integridad mecánica de las mismas,
- Las actividades de verificación visual, se deberán realizar diariamente, y al detectar alguna anomalía en la instalación, actuar correctamente con apego a los procedimientos establecidos,
- Instalar letreros y señalamientos alusivos al peligro que representa la instalación, con el objeto de alertar a las personas que transitan por dicha zona.

**Radios de Afectación  
Eventos 26.1 y 26.2**





Incendio (Radiación Térmica):

**Evento 26.1**

Válvula de Seccionamiento No. 17 (Fuga del 100%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m <sup>2</sup> )	86,59
Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m <sup>2</sup> )	162,67

**Evento 26.2**

Válvula de Seccionamiento No. 17 (Fuga del 20%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m <sup>2</sup> )	18,63
Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m <sup>2</sup> )	34,9



**Figura VI.3.2.151** Evento 26.1 Incendio (Radiación Térmica). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5



KW/m<sup>2</sup>) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m<sup>2</sup>) en color amarillo.

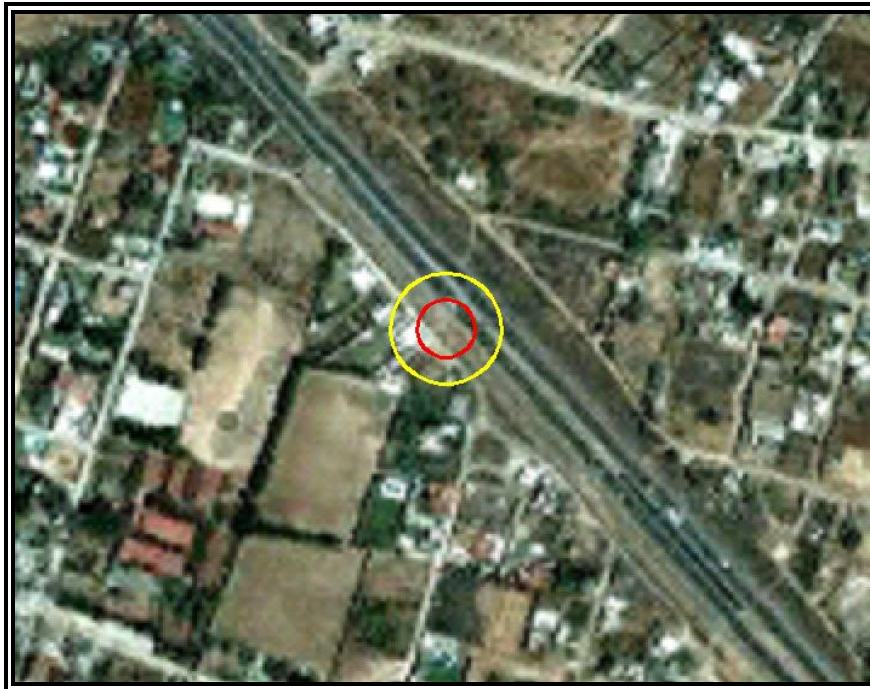


Figura VI.3.2.152 Evento 26.2 Incendio (Radiación Térmica). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m<sup>2</sup>) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m<sup>2</sup>) en color amarillo.

**Evento 26.3. Explosión no Confinada.**



**SCRI-FUEGO**

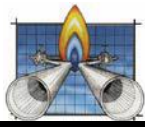
Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas

TITULO DEL MODELO					
Escenario No. 26. Evento 26.3					
DESCRIPCION					
Explosión no confinada originada por una fuga de gas natural, debido a la ruptura diámetro del 100% de la válvula de seccionamiento AC No. 17 de 8" de diámetro.					
DATOS DE LA SUSTANCIA					
Nombre	METANO (METHANE)				
No. CAS	74-82-8				
Nombre CAS	METHANE				
Nombre IUPAC	METHANE				
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)				
Subfamilia	()				
Fórmula	CH4				
Estructura	CH4				
Sinónimos	FIRE DAMP MARSH GAS METHYL HYDRIDE REFRIGERANT 50				
PARAMETROS DE ENTRADA					
Peso del material en la nube	4388.904 kg				
Factor de Eficiencia Explosiva	0.03				
Límite Inferior de Explosividad	5%				
Límite Superior de Explosividad	15 %				
Calor de Combustión	50029 kJ/kg				
Calor de Combustión del TNT (RMP)	4680 kJ/kg				
Masa Equivalente en TNT	1407.515886 kg				
Distancia mínima de cálculo	0.755343213566819				
Distancia máxima de cálculo	448.274904193958				
Distancia total del cálculo	447.519560980391				
PRESION CALCULADA A DISTANCIAS DE INTERÉS					
Distancia (m)	Presión (kPa)	Presión (psi)	Tiempo de llegada	Impulso específico	Duración del

SA





**Radios de Afectación  
Eventos 26.3 y 26.4**

❖ Sobrepresión (Explosión):

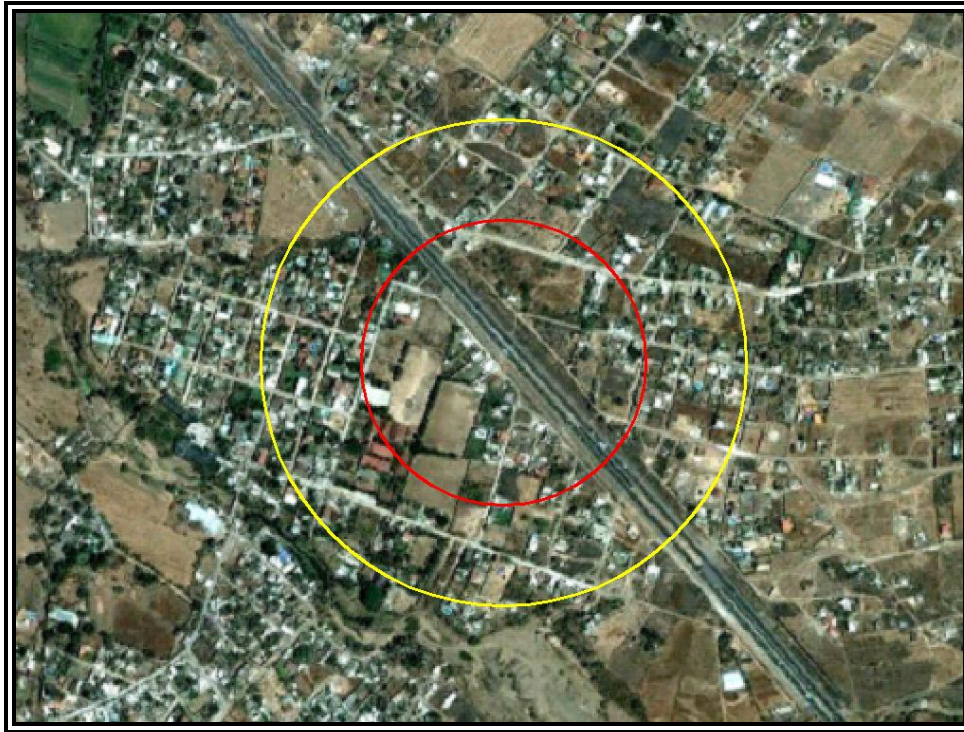
**Evento 26.3**

Válvula de Seccionamiento No. 17 (Fuga del 100%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1.0 psi)	202,35
Zona de Amortiguamiento (ZA) (0.5 psi)	343,97

**Evento 26.4**

Válvula de Seccionamiento No. 17 (Fuga del 20%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1.0 psi)	69,2
Zona de Amortiguamiento (ZA) (0.5 psi)	117,63





**Figura VI.3.2.153** Evento 26.3 Explosión no Confinada (Sobrepresión). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1 PSI) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (0,5 PSI) en color amarillo.



**Figura VI.3.2.154** Evento 26.4 Explosión no Confinada (Sobrepresión). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1 PSI) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (0,5 PSI) en color amarillo.

**Radios de Afectación  
Eventos 26.5 y 26.6**

❖ Chorro Horizontal (Isoconcentraciones):

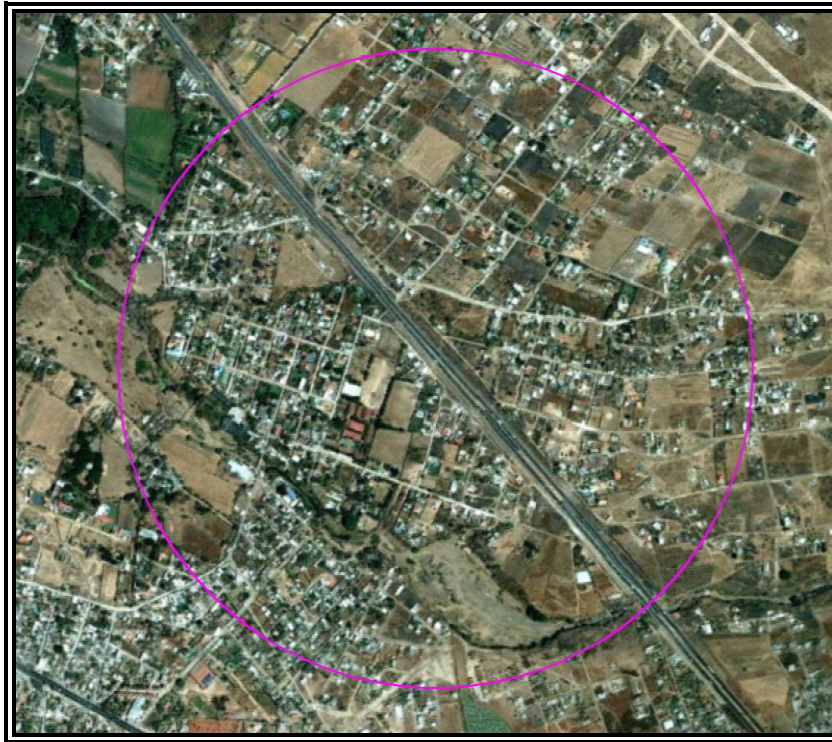
**Evento 26.5**

Válvula de Seccionamiento No. 17 (Fuga del 100%)	
Isoconcentraciones	Radios de Afectación (m)
10 000 ppm	692,24
50 000 ppm	0
150 000 ppm	0

**Evento 26.6**

Válvula de Seccionamiento No. 17 (Fuga del 20%)	
Isoconcentraciones	Radios de Afectación (m)
10 000 ppm	172,72
50 000 ppm	2,64
150 000 ppm	0





**Figura VI.3.2.155** Evento 26.5. Radios de concentraciones de Gas Natural en partes por millón (ppm).



0



**Escenario 27: Válvula de Seccionamiento No. 18 en Acero al Carbón, con una rotura diametral del 100% y 20% de 10"Φ.**

Se presenta una fuga de Gas Natural en la Válvula de Seccionamiento No. 18 de 10"Φ en Acero al Carbón, la cual se encuentra instalada en el municipio de Cuautla; dicha fuga es causada por una rotura en el gasoducto a causa de una sobrepresión en la línea de suministro.

Consideraciones.

- El tiempo máximo de respuesta por parte del personal operativo para mitigar la fuga en la Válvula de Seccionamiento de 10"Φ se considera de 15 minutos, debido a que las instalaciones cuentan con otras válvulas de bloqueo y medidores de presión que emiten señales a través del sistema de control de Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V.. Además de contar con vialidades existentes en la zona, lo que permite un acceso rápido a la instalación.
- El tipo de liberación de la fuga es continuo durante el tiempo que ocurre.
- A 60 segundos, después de haberse generado la fuga, el Gas Natural entra en contacto con una fuente de ignición (chispa), lo cual provoca un JET FIRE.
- El gas inflamable que se escapa por la rotura del gasoducto, forma una atmósfera explosiva la cual alcanza un punto de ignición (chispa) generado por un vehículo al transitar por la zona, a los 60 segundos de concentración de la nube, originando una explosión no confinada.
- El diámetro del orificio es de 254 mm para la rotura del 100% y de 50,8 mm para la rotura del 20% de la Válvula de Seccionamiento de 10"Φ.

Condiciones ambientales y de operación.

- Temperatura del Gas en la tubería: 25°C,
- Velocidad del viento: 1 m/s,
- Humedad relativa: 60%,
- Presión del gas en la tubería: 21,5 Kg/cm<sup>2</sup> (2 109,2 KPa)
- Altura de la fuente de emisión: 1 m.





Evento 27.1. JET FIRE



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)

TITULO DEL MODELO			
Escenario No.27. Evento 27.1			
DESCRIPCION			
Chorro de fuego originado por una fuga de gas natural, ocasionada por la ruptura diametral del 100% de la válvula de seccionamiento AC No. 18 de 10" de diámetro.			
DATOS DE LA SUSTANCIA			
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos	
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP	
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS	
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE	
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50	
Subfamilia	()		
Fórmula	CH4		
Estructura	CH4		
PARAMETROS DE ENTRADA			
Peso Molecular		16.04246 kg/kmol	
Calor de Combustión		50029.0 kJ/kg	
Concentración Estequiométrica		9.5 %	
Temperatura de Ebullición		111.66 °K (-161.49 °C)	
Humedad relativa		60.00 %	
Temperatura ambiente		298.15 °K (25.00 °C)	
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO			
Diámetro del orificio		0.254 m	
Presión en la tubería		2109200.0 Pa	
Coefficiente de descarga		0.63	
Longitud de la flama		53.921863 m	
Tasa de emisión de masa		114.294508 kg/s	
Clase de emisión		Flujo Sónico	
RADIACIÓN CALCULADA A DISTANCIAS ESPECÍFICAS			
Distancia a nivel de piso (m)	Distancia a fuente puntual (m)	Transmisividad	Radiación (kW/m2)
10.000	28.756	0.76	83.2394
25.000	36.768	0.74	49.7999
50.000	56.806	0.71	20.0624
60.000	65.779	0.70	14.7659
70.000	75.013	0.69	11.2210
80.000	84.421	0.69	8.7656
90.000	93.952	0.68	7.0096
100.000	103.571	0.67	5.7177
150.000	152.404	0.65	2.5504
200.000	201.809	0.63	1.4182
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECÍFICOS			
Radiación (kW/m2)	Distancia (m)	Dosis (W/m2)^4/3 tiempo de exposición= 60.00s	Dosis (W/m2)^4/3 tiempo de duración= 840.00 s
1.4000 E+00	2.0136 E+02	9.3970 E+05	1.3156 E+07
3.0000 E+00	1.3847 E+02	2.5960 E+06	3.6345 E+07
5.0000 E+00	1.0714 E+02	5.1299 E+06	7.1819 E+07
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE DOSIS DE RADIACIÓN ESPECÍFICAS			
Dosis (W/m2)^3/4		Distancia (m)	
9.3970 E+05		5.2309 E+02	
2.5960 E+06		3.6272 E+02	
5.1299 E+06		2.8357 E+02	



Evento 27.2. JET FIRE



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)

TITULO DEL MODELO			
Escenario No.27, Evento 27.2			
DESCRIPCION			
Chorro de fuego originado por una fuga de gas natural, ocasionada por la ruptura diametral del 20% de la válvula de seccionamiento AC No. 18 de 10" de diámetro.			
DATOS DE LA SUSTANCIA			
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos	
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP	
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS	
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE	
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50	
Subfamilia	()		
Fórmula	CH4		
Estructura	CH4		
PARAMETROS DE ENTRADA			
Peso Molecular		16.04246 kg/kmol	
Calor de Combustión		50029.0 kJ/kg	
Concentración Estequiométrica		9.5 %	
Temperatura de Ebullición		111.66 °K (-161.49 °C)	
Humedad relativa		60.00 %	
Temperatura ambiente		298.15 °K (25.00 °C)	
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO			
Diámetro del orificio		0.0508 m	
Presión en la tubería		2109200.0 Pa	
Coefficiente de descarga		0.63	
Longitud de la flama		10.784373 m	
Tasa de emisión de masa		4.57178 kg/s	
Clase de emisión		Flujo Sónico	
RADIACIÓN CALCULADA A DISTANCIAS ESPECÍFICAS			
Distancia a nivel de piso (m)	Distancia a fuente puntual (m)	Transmisividad	Radiación (kW/m2)
10.000	11.361	0.82	23.1895
25.000	25.575	0.76	4.2539
50.000	50.290	0.72	1.0352
60.000	60.242	0.71	0.7098
70.000	70.207	0.70	0.5154
80.000	80.182	0.69	0.3905
90.000	90.161	0.68	0.3056
100.000	100.145	0.68	0.2454
150.000	150.097	0.65	0.1053
200.000	200.073	0.64	0.0578
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECÍFICOS			
Radiación (kW/m2)	Distancia (m)	Dosis (W/m2) <sup>4/3</sup> tiempo de exposición= 60.00s	Dosis (W/m2) <sup>4/3</sup> tiempo de duración= 840.00 s
1.4000 E+00	4.3205 E+01	9.3970 E+05	1.3156 E+07
3.0000 E+00	2.9750 E+01	2.5960 E+06	3.6345 E+07
5.0000 E+00	2.3056 E+01	5.1299 E+06	7.1819 E+07
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE DOSIS DE RADIACIÓN ESPECÍFICAS			
Dosis (W/m2) <sup>3/4</sup>	Distancia (m)		
9.3970 E+05	1.1213 E+02		
2.5960 E+06	7.7767 E+01		
5.1299 E+06	6.0810 E+01		



### Análisis de interacciones del Escenario 27.

El presente escenario consiste en la formación de un Chorro de Fuego originado por una fuga de Gas Natural en el gasoducto, provocada por la ruptura diametral del 100% y 20% de la válvula de Seccionamiento No. 18 en Acero al Carbón de 10"Φ a causa de una sobrepresión en la línea de suministro, lo cual puede llegar a ser catastrófico para la infraestructura presente en la zona donde se suscita el evento. Por tal efecto, y con fundamento en el análisis de riesgo mediante la metodología de Árbol de Fallas, se utilizó el software Árbol de Fallas (FaultrEASE; Arthur D Little. Hazard Prevention Magazine) (Ver Anexo No. 10 Árboles de Falla), para determinar la probabilidad de ocurrencia de un incendio en el gasoducto principal de transporte, involucrando causas probables, tales como: fallas de instrumentos y/o accesorios y del material de construcción, principalmente, de lo anterior, y como resultado final se tiene que la probabilidad de ocurrencia de un escenario como el que se plantea es de  $7 \times 10^{-6}$ , lo cual de acuerdo a la Fuente de información consultada, lo cataloga como improbable.

Fuente: (1) Modelo de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones. Dinámica Heurística. 2005

(2) Loss Prevention in the Process Industries, Frank P less, second Edition, 1996. Ed. HB Vol. I, II y III. Hazard Identification Assessment and Control

(3) Guidelines for Consequence Analysis of Chemical Releases. American Institute of Chemical Engineers (AIChE). 1999.

(4) Guideline for Hazard Evaluation Procedures, Second Edition, AIChE 1992.

(5) Fault Tree Handbook, U.S. Nuclear Regulatory Commission, 1981.

A continuación se describen las interacciones que puede llegar a tener una fuga de gas natural que al entrar en contacto con una fuente de ignición se convierte en un Jet Fire (Chorro de Fuego), con la infraestructura presente (unidades médicas, instituciones educativas, viviendas e instalaciones de riesgo), describiendo las consecuencias en caso de presentarse dicho escenario.

**TABLA RESUMEN**

COMPAÑÍA DE AUTOABASTECEDORES DE GAS NATURAL DE MORELOS, S.A. DE C.V.				Escenario 27. CUAUTLA, MORELOS								
% de Ruptura por un impacto.  Válvula de Seccionamiento No. 18  Cuautla, Morelos.	Jet Fire  Eventos 27.1 y 27.2		Ver Figura VI.3.2.157 y VI.3.2.158		Explosión no confinada  Eventos 27.3 y 27.4		Ver Figuras VI.3.2.159 y VI.3.2.160		Chorro Horizontal  Eventos 27.5 y 27.6		Ver Figuras VI.3.2.161 y VI.3.2.162	
	Radios de afectación (R.A) (m)		Radiación Térmica (RT) Zonas de Riesgo (ZR)		Radios de Afectación (m)		Sobrepresión y Zonas de Riesgo.		Radios de Afectación (m)		Isoconcentración (ppm)	
	Evento al 100%	27.1	107,14 201,36	ZAR 5 Kw/m <sup>2</sup> ZA 1.4 Kw/m <sup>2</sup>	27.3	234,8 399,14	ZAR 1 psi ZA 0,5 psi	27.5	587,43 27,52 06,21	10 000 50 000 150 000		
Evento al 20%	27.2	23,05 43,2	ZAR ZA	27.4	80,3 136,5	ZAR ZA	27.6	223,4 4,62 0	10 000 50 000 150 000			



Efectos sobre la población y/o infraestructura existentes en la ZA y ZAR																			
Jet Fire (Ver Figura VI.3.2.157 y VI.3.2.158)	<p>⌘ <u>Infraestructura dentro de la ZAR (23 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 107 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 115 al momento de que ocurra el siniestro,</li> <li>- Campos agrícolas.</li> </ul>																		
	<p>⌘ <u>Personas que transiten por la carretera Federal No 115, mismas que se encuentren dentro de la ZAR (23 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 107 m):</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 13 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo,</li> <li>- A los 40 segundos, presentarán quemaduras de segundo grado, considerando también asfixia por la disminución de Oxígeno y la exposición a los humos generados.</li> </ul>																		
	<p>⌘ <u>Infraestructura presente en la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 107 hasta 201 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 115 al momento de que ocurra el siniestro,</li> <li>- Campos agrícolas.</li> </ul>																		
	<p>⌘ <u>Personas que transiten por la carretera Federal No. 115, mismas que se encuentren dentro de la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 107 hasta 201 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 115 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo en la piel expuesta,</li> <li>- Después de 663 segundos (11.05 min.), presentarán quemaduras de segundo grado.</li> </ul>																		
Explosión no Confinada (Ver Figura VI.3.2.159 y VI.3.2.160)	<p>⌘ <u>Infraestructura y habitantes presentes en la ZAR (1 048 psi a 1 psi en un radio de 0 m hasta 234 m) y ZA (1 psi a 0,5 psi en un radio a partir de 234 m hasta 399 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 115 al momento de que ocurra el siniestro,</li> <li>- Campos agrícolas.</li> <li>- Restaurant Bar a 309 m de distancia,</li> <li>- Establecimiento de venta de láminas a 354 m de distancia.</li> </ul>																		
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Sobrepresión</th> <th>Daño esperado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.0</td> <td>Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.</td> </tr> <tr> <td>2.0</td> <td>Colapso parcial de muros y techos de casas.</td> </tr> <tr> <td>3.0</td> <td>Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.</td> </tr> <tr> <td>4.0</td> <td>Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.</td> </tr> <tr> <td>5.0</td> <td>Postes de madera arrancados</td> </tr> <tr> <td>7.0</td> <td>Volcadura de carros de ferrocarril con carga</td> </tr> <tr> <td>9.0</td> <td>Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.</td> </tr> <tr> <td>10.0</td> <td>Posible destrucción total de edificios.</td> </tr> </tbody> </table>	Sobrepresión	Daño esperado	1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.	2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.	3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.	4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.	5.0	Postes de madera arrancados	7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga	9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.	10.0	Posible destrucción total de edificios.
	Sobrepresión	Daño esperado																	
	1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.																	
	2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.																	
	3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.																	
	4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.																	
	5.0	Postes de madera arrancados																	
	7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga																	
	9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.																	
10.0	Posible destrucción total de edificios.																		
Chorro Horizontal (Ver Figura VI.3.2.161 y VI.3.2.162)	<p>Daños en la salud de los habitantes localizados dentro de cualquiera de los radios de afectación, ya que de acuerdo a la <b>OSHA (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional)</b>, el gas natural se considera como un asfixiante simple a cualquier concentración, por lo que no se establecen tiempos máximos permisibles de exposición a dicha sustancia de acuerdo a la NOM-010-STPS-1999.</p>																		





Por lo anterior, Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V. deberá de:

- Realizar celajes diarios por parte de técnicos capacitados (equipados con Radio con frecuencia controlada y con teléfono celular) y contar con registros de las verificaciones a realizar en cada uno de los recorridos por las instalaciones,
- Contar con un sistema de comunicación directa con oficinas de ELECENOR, para reportar cualquier falla en el suministro de Gas, así como cualquier emergencia que requiera el cierre del Gasoducto operado por ELECENOR. Así mismo mantener comunicación permanente mediante Radio de frecuencia controlada con el personal responsable de la operación del Gasoducto,
- Elaborar y poner en práctica un programa de capacitación dirigido al personal operativo, en relación a los procedimientos establecidos para la ejecución de las actividades de mantenimiento,
- Elaborar y poner en práctica una lista de verificación de tuberías, con el objeto de llevar un control en cuanto a la integridad mecánica de las mismas,
- Las actividades de verificación visual, se deberán realizar diariamente, y al detectar alguna anomalía en la instalación, actuar correctamente con apego a los procedimientos establecidos,
- Instalar letreros y señalamientos alusivos al peligro que representa la instalación, con el objeto de alertar a las personas que transitan por dicha zona.

**Radios de Afectación  
Eventos 27.1 y 27.2**

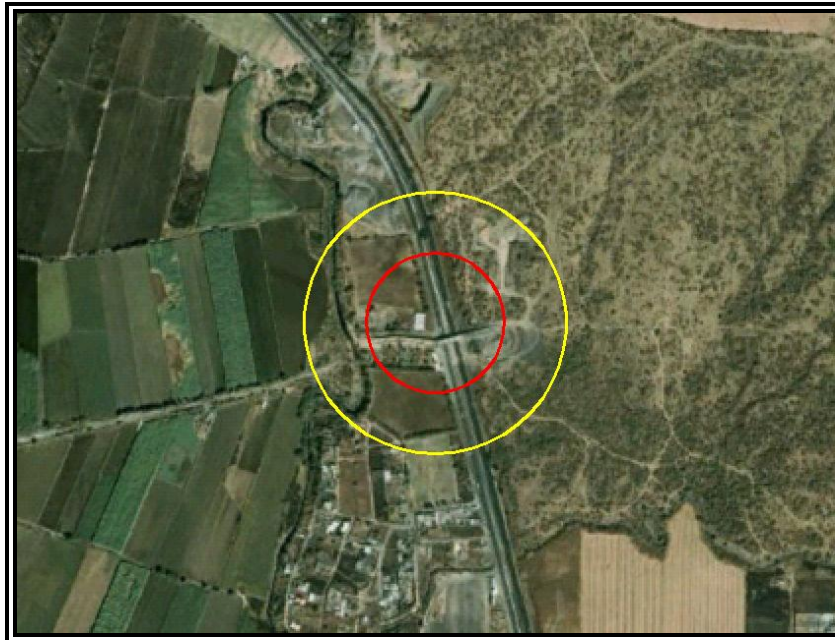
Incendio (Radiación Térmica):

**Evento 27.1**

<b>Válvula de Seccionamiento No. 18 (Fuga del 100%)</b>	
<b>Zonas de Riesgo</b>	<b>Radios de Afectación (m)</b>
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m <sup>2</sup> )	107,14
Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m <sup>2</sup> )	201,36

**Evento 27.2**

<b>Válvula de Seccionamiento No. 18 (Fuga del 20%)</b>	
<b>Zonas de Riesgo</b>	<b>Radios de Afectación (m)</b>
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m <sup>2</sup> )	23,05
Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m <sup>2</sup> )	43,20



**Figura VI.3.2.157** Evento 27.1 Incendio (Radiación Térmica). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m<sup>2</sup>) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m<sup>2</sup>) en color amarillo.



**Figura VI.3.2.158** Evento 27.2 Incendio (Radiación Térmica). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m<sup>2</sup>) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m<sup>2</sup>) en color amarillo.



Evento 27.3. Explosión no Confinada.



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas

TITULO DEL MODELO					
Escenario No. 27. Evento 27.3					
DESCRIPCION					
Explosión no confinada originada por una fuga de gas natural, debido a la ruptura diámetro del 100% de la válvula de seccionamiento AC No. 18 de 10" de diámetro.					
DATOS DE LA SUSTANCIA					
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos			
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP			
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS			
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE			
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50			
Subfamilia	()				
Fórmula	CH4				
Estructura	CH4				
PARAMETROS DE ENTRADA					
Peso del material en la nube					6857.67 kg
Factor de Eficiencia Explosiva					0.03
Límite Inferior de Explosividad					5 %
Límite Superior de Explosividad					15 %
Calor de Combustión					50029 kJ/kg
Calor de Combustión del TNT (RMP)					4680 kJ/kg
Masa Equivalente en TNT					2199.24597711538 kg
Distancia mínima de cálculo					0.876498475941523
Distancia máxima de cálculo					520.177137057284
Distancia total del cálculo					519.300638581342
PRESION CALCULADA A DISTANCIAS DE INTERÉS					
Distancia (m)	Presión (kPa)	Presión (psi)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
5.0000000	7229.6456634	1048.5801650	0.0951815	178.4701942	0.2296234
10.0000000	2304.6245456	334.2603080	0.2933361	195.1772741	0.7195635
20.0000000	520.0126908	75.4220910	1.0370505	172.9791070	2.1383538
30.0000000	205.1710822	29.7577969	2.2085081	117.5622050	2.1593912
50.0000000	70.0302496	10.1571134	5.4176144	74.6640773	3.3527900
70.0000000	38.0307151	5.5159347	9.2236915	55.4630544	3.8938066
100.0000000	21.5707365	3.1285968	15.3381935	39.8779950	4.3972121
150.0000000	12.2089536	1.7707737	25.8705002	27.0153395	5.0134160
200.0000000	8.4271705	1.2222679	36.6474782	20.4542432	5.4912862
DISTANCIAS CALCULADAS SEGÚN LAS PRESIONES DE INTERÉS					
Presión (kPa)	Presión (psi)	Distancia (m)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
137.8940000	20.0000000	35.9259588	3.0622064	99.7882456	2.5999234
103.4205000	15.0000000	41.1602185	3.8923182	88.4784205	2.9550329
68.9470000	10.0000000	50.4051574	5.4905268	74.1406631	3.3676192
34.4735000	5.0000000	74.2174731	10.0640349	52.6017820	3.9775200
27.5788000	4.0000000	85.1947220	12.2866774	46.3417006	4.1712131
20.6841000	3.0000000	102.8670608	15.9340331	38.8236311	4.4377880
13.7894000	2.0000000	136.9973356	23.1065135	29.4913465	4.8688623
6.8947000	1.0000000	234.8162906	44.2813291	17.5166443	5.7630431
3.4473500	0.5000000	399.1495952	80.9068542	10.3847593	6.6462484



Evento 27.4. Explosión no Confinada



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas

TITULO DEL MODELO					
Escenario No. 27. Evento 27.4					
DESCRIPCION					
Explosión no confinada originada por una fuga de gas natural, debido a la ruptura diámetro del 20% de la válvula de seccionamiento AC No. 18 de 10" de diámetro.					
DATOS DE LA SUSTANCIA					
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos			
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP			
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS			
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE			
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50			
Subfamilia	()				
Fórmula	CH4				
Estructura	CH4				
PARAMETROS DE ENTRADA					
Peso del material en la nube					274.3 kg
Factor de Eficiencia Explosiva					0.03
Límite Inferior de Explosividad					5%
Límite Superior de Explosividad					15 %
Calor de Combustión					50029 kJ/kg
Calor de Combustión del TNT (RMP)					4680 kJ/kg
Masa Equivalente en TNT					87.96765833333333 kg
Distancia mínima de cálculo					0.299755785232735
Distancia máxima de cálculo					177.896608446727
Distancia total del cálculo					177.596852661494
PRESION CALCULADA A DISTANCIAS DE INTERÉS					
Distancia (m)	Presión (kPa)	Presión (psi)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
5.0000000	1054.4648349	152.9384650	0.5788808	223.8810515	2.0884246
10.0000000	217.3674966	31.5267519	2.1067707	120.3974653	2.1290523
20.0000000	52.1779834	7.5678396	6.9861756	65.0948562	3.6216438
30.0000000	26.3422625	3.8206539	12.8038296	45.0996379	4.2121077
50.0000000	12.6330731	1.8322876	25.0615110	27.6940649	4.9721572
70.0000000	8.1856531	1.1872385	37.6685302	20.0020632	5.5304597
100.0000000	5.2329148	0.7589764	57.0736707	14.1551058	6.1301729
150.0000000	3.0129475	0.4369947	89.6477957	9.4333805	6.8113257
200.0000000					
DISTANCIAS CALCULADAS SEGÚN LAS PRESIONES DE INTERÉS					
Presión (kPa)	Presión (psi)	Distancia (m)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
137.8940000	20.0000000	12.2864036	3.0622064	99.7882456	2.5999234
103.4205000	15.0000000	14.0764804	3.8923182	88.4784205	2.9550329
68.9470000	10.0000000	17.2381789	5.4905268	74.1406631	3.3676192
34.4735000	5.0000000	25.3818090	10.0640349	52.6017820	3.9775200
27.5788000	4.0000000	29.1359443	12.2866774	46.3417006	4.1712131
20.6841000	3.0000000	35.1797492	15.9340331	38.8236311	4.4377880
13.7894000	2.0000000	46.8520426	23.1065135	29.4913465	4.8688623
6.8947000	1.0000000	80.3053782	44.2813291	17.5166443	5.7630431
3.4473500	0.5000000	136.5061134	80.9068542	10.3847593	6.6462484





### Radios de Afectación Eventos 27.3 y 27.4

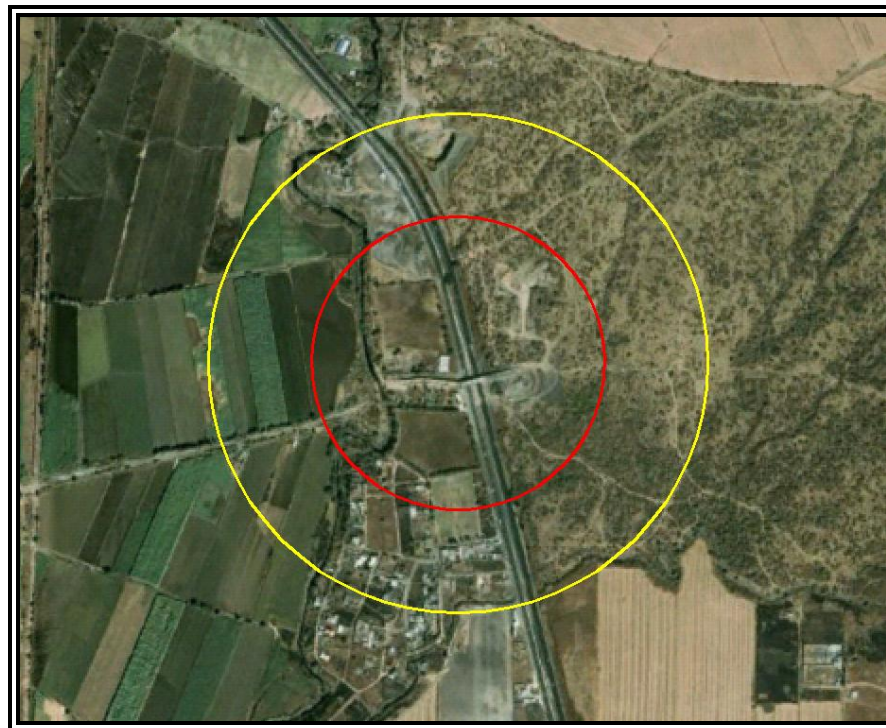
❖ Sobrepresión (Explosión):

#### Evento 27.3

Válvula de Seccionamiento No. 18 (Fuga del 100%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1.0 psi)	234,8
Zona de Amortiguamiento (ZA) (0.5 psi)	399,14

#### Evento 27.4

Válvula de Seccionamiento No. 18 (Fuga del 20%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1.0 psi)	80,3
Zona de Amortiguamiento (ZA) (0.5 psi)	136,5



**Figura VI.3.2.159** Evento 27.3 Explosión no Confinada (Sobrepresión). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1 PSI) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (0,5 PSI) en color amarillo.



**Figura VI.3.2.160** Evento 27.4 Explosión no Confinada (Sobrepresión). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1 PSI) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (0,5 PSI) en color amarillo.

**Radios de Afectación  
Eventos 27.5 y 27.6**

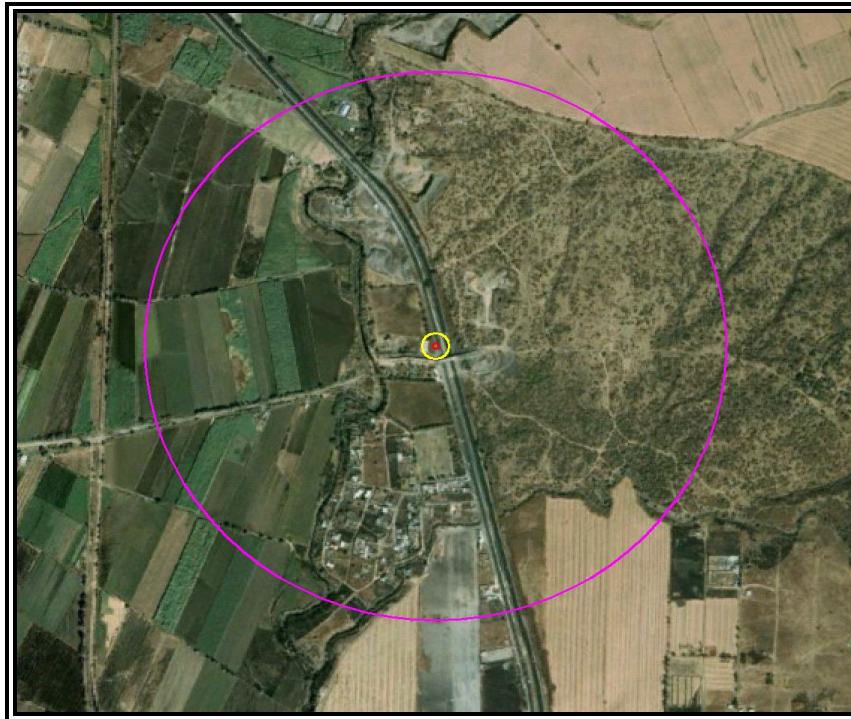
❖ Chorro Horizontal (Isoconcentraciones):

**Evento 27.5**

Válvula de Seccionamiento No. 18 (Fuga del 100%)	
Isoconcentraciones	Radios de Afectación (m)
10 000 ppm	587,43
50 000 ppm	27,52
150 000 ppm	06,21

**Evento 27.6**

Válvula de Seccionamiento No. 18 (Fuga del 20%)	
Isoconcentraciones	Radios de Afectación (m)
10 000 ppm	223,4
50 000 ppm	4,62
150 000 ppm	0



**Figura VI.3.2.161** Evento 27.5. Radios de concentraciones de Gas Natural en partes por millón (ppm).



**Figura VI.3.2.162** Evento 27.6. Radios de concentraciones de Gas Natural en partes por millón (ppm).





**Escenario 28: Válvula de Seccionamiento No. 19 en Acero al Carbón, con una rotura diametral del 100% y 20% de 4"Φ.**

Se presenta una fuga de Gas Natural en la Válvula de Seccionamiento No. 19 de 4"Φ en Acero al Carbón, la cual se encuentra instalada en el municipio de Cuautla; dicha fuga es causada por una rotura en el gasoducto a causa de una sobrepresión en la línea de suministro.

Consideraciones.

- El tiempo máximo de respuesta por parte del personal operativo para mitigar la fuga en la Válvula de Seccionamiento de 4"Φ se considera de 15 minutos, debido a que las instalaciones cuentan con otras válvulas de bloqueo y medidores de presión que emiten señales a través del sistema de control de Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V.. Además de contar con vialidades existentes en la zona, lo que permite un acceso rápido a la instalación.
- El tipo de liberación de la fuga es continuo durante el tiempo que ocurre.
- A 60 segundos, después de haberse generado la fuga, el Gas Natural entra en contacto con una fuente de ignición (chispa), lo cual provoca un JET FIRE.
- El gas inflamable que se escapa por la rotura del gasoducto, forma una atmósfera explosiva la cual alcanza un punto de ignición (chispa) generado por un vehículo al transitar por la zona, a los 60 segundos de concentración de la nube, originando una explosión no confinada.
- El diámetro del orificio es de 101,6 mm para la rotura del 100% y de 20,32 mm para la rotura del 20% de la Válvula de Seccionamiento de 10"Φ.

Condiciones ambientales y de operación.

- Temperatura del Gas en la tubería: 25°C,
- Velocidad del viento: 1 m/s,
- Humedad relativa: 60%,
- Presión del gas en la tubería: 21,5 Kg/cm<sup>2</sup> (2 109,2 KPa)
- Altura de la fuente de emisión: 1 m.





Evento 28.1. JET FIRE



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)

TITULO DEL MODELO			
Escenario No.28. Evento 28.1			
DESCRIPCION			
Chorro de fuego originado por una fuga de gas natural, ocasionada por la ruptura diametral del 100% de la válvula de seccionamiento AC No. 19 de 4" de diámetro.			
DATOS DE LA SUSTANCIA			
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos	
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP	
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS	
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE	
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50	
Subfamilia	()		
Fórmula	CH4		
Estructura	CH4		
PARAMETROS DE ENTRADA			
Peso Molecular		16.04246 kg/kmol	
Calor de Combustión		50029.0 kJ/kg	
Concentración Estequiométrica		9.5 %	
Temperatura de Ebullición		111.66 °K (-161.49 °C)	
Humedad relativa		60.00 %	
Temperatura ambiente		298.15 °K (25.00 °C)	
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO			
Diámetro del orificio		0.1016 m	
Presión en la tubería		2109200.0 Pa	
Coefficiente de descarga		0.63	
Longitud de la flama		21.568745 m	
Tasa de emisión de masa		18.287121 kg/s	
Clase de emisión		Flujo Sónico	
RADIACIÓN CALCULADA A DISTANCIAS ESPECÍFICAS			
Distancia a nivel de piso (m)	Distancia a fuente puntual (m)	Transmisividad	Radiación (kW/m2)
10.000	14.707	0.80	54.0808
25.000	27.227	0.76	14.9292
50.000	51.150	0.72	3.9967
60.000	60.961	0.71	2.7696
70.000	70.826	0.70	2.0243
80.000	80.724	0.69	1.5401
90.000	90.644	0.68	1.2088
100.000	100.580	0.68	0.9726
150.000	150.387	0.65	0.4196
200.000	200.291	0.64	0.2305
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECÍFICOS			
Radiación (kW/m2)	Distancia (m)	Dosis (W/m2) <sup>4/3</sup> tiempo de exposición= 60.00s	Dosis (W/m2) <sup>4/3</sup> tiempo de duración= 840.00 s
1.4000 E+00	8.3834 E+01	9.3970 E+05	1.3156 E+07
3.0000 E+00	5.7696 E+01	2.5960 E+06	3.6345 E+07
5.0000 E+00	4.4684 E+01	5.1299 E+06	7.1819 E+07
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE DOSIS DE RADIACIÓN ESPECÍFICAS			
Dosis (W/m2) <sup>3/4</sup>		Distancia (m)	
9.3970 E+05		2.1766 E+02	
2.5960 E+06		1.5095 E+02	
5.1299 E+06		1.1802 E+02	



Evento 28.2. JET FIRE



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)

TITULO DEL MODELO			
Escenario No.28. Evento 28.2			
DESCRIPCION			
Chorro de fuego originado por una fuga de gas natural, ocasionada por la ruptura diametral del 20% de la válvula de seccionamiento AC No. 19 de 4" de diámetro.			
DATOS DE LA SUSTANCIA			
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos	
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP	
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS	
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE	
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50	
Subfamilia	()		
Fórmula	CH4		
Estructura	CH4		
PARAMETROS DE ENTRADA			
Peso Molecular		16.04246 kg/kmol	
Calor de Combustión		50029.0 kJ/kg	
Concentración Estequiométrica		9.5 %	
Temperatura de Ebullición		111.66 °K (-161.49 °C)	
Humedad relativa		60.00 %	
Temperatura ambiente		298.15 °K (25.00 °C)	
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO			
Diámetro del orificio		0.02032 m	
Presión en la tubería		2109200.0 Pa	
Coefficiente de descarga		0.63	
Longitud de la flama		4.313749 m	
Tasa de emisión de masa		0.731485 kg /s	
Clase de emisión		Flujo Sónico	
RADIACIÓN CALCULADA A DISTANCIAS ESPECÍFICAS			
Distancia a nivel de piso (m)	Distancia a fuente puntual (m)	Transmisividad	Radiación (kW/m2)
10.000	10.230	0.83	4.6196
25.000	25.093	0.77	0.7082
50.000	50.046	0.72	0.1673
60.000	60.039	0.71	0.1144
70.000	70.033	0.70	0.0829
80.000	80.029	0.69	0.0627
90.000	90.026	0.68	0.0490
100.000	100.023	0.68	0.0394
150.000	150.016	0.65	0.0169
200.000	200.012	0.64	0.0092
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECIFICOS			
Radiación (kW/m2)	Distancia (m)	Dosis (W/m2) <sup>4/3</sup> tiempo de exposición= 60.00s	Dosis (W/m2) <sup>4/3</sup> tiempo de duración= 840.00 s
1.4000 E+00	1.7987 E+01	9.3970 E+05	1.3156 E+07
3.0000 E+00	1.2393 E+01	2.5960 E+06	3.6345 E+07
5.0000 E+00	9.6127 E+00	5.1299 E+06	7.1819 E+07
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE DOSIS DE RADIACIÓN ESPECÍFICAS			
Dosis (W/m2) <sup>3/4</sup>	Distancia (m)		
9.3970 E+05	4.6657 E+01		
2.5960 E+06	3.2362 E+01		
5.1299 E+06	2.5309 E+01		



### Análisis de interacciones del Escenario 28.

El presente escenario consiste en la formación de un Chorro de Fuego originado por una fuga de Gas Natural en el gasoducto, provocada por la ruptura diametral del 100% y 20% de la válvula de Seccionamiento No. 19 en Acero al Carbón de 4"Φ a causa de una sobrepresión en la línea de suministro, lo cual puede llegar a ser catastrófico para la infraestructura presente en la zona donde se suscita el evento. Por tal efecto, y con fundamento en el análisis de riesgo mediante la metodología de Árbol de Fallas, se utilizó el software Árbol de Fallas (FaultREASE; Arthur D Little. Hazard Prevention Magazine) (Ver Anexo No. 10 Árboles de Falla), para determinar la probabilidad de ocurrencia de un incendio en el gasoducto principal de transporte, involucrando causas probables, tales como: fallas de instrumentos y/o accesorios y del material de construcción, principalmente, de lo anterior, y como resultado final se tiene que la probabilidad de ocurrencia de un escenario como el que se plantea es de  $7 \times 10^{-6}$ , lo cual de acuerdo a la Fuente de información consultada, lo cataloga como improbable.

- Fuente: (1) Modelo de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones. Dinámica Heurística. 2005  
 (2) Loss Prevention in the Process Industries, Frank P less, second Edition, 1996. Ed. HB Vol. I, II y III. Hazard Identification Assessment and Control  
 (3) Guidelines for Consequence Analysis of Chemical Releases. American Institute of Chemical Engineers (AIChE). 1999.  
 (4) Guideline for Hazard Evaluation Procedures, Second Edition, AIChE 1992.  
 (5) Fault Tree Handbook, U.S. Nuclear Regulatory Commission, 1981.

A continuación se describen las interacciones que puede llegar a tener una fuga de gas natural que al entrar en contacto con una fuente de ignición se convierte en un Jet Fire (Chorro de Fuego), con la infraestructura presente (unidades médicas, instituciones educativas, viviendas e instalaciones de riesgo), describiendo las consecuencias en caso de presentarse dicho escenario.

**TABLA RESUMEN**

COMPañÍA DE AUTOABASTECEDORES DE GAS NATURAL DE MORELOS, S.A. DE C.V.				Escenario 28. CUAUTLA, MORELOS								
% de Ruptura por un impacto.  Válvula de Seccionamiento No. 19  Cuautla, Morelos.	Jet Fire  Eventos 28.1 y 28.2		Ver Figura VI.3.2.163 y VI.3.2.164		Explosión no confinada  Eventos 28.3 y 28.4		Ver Figuras VI.3.2.165 y VI.3.2.166		Chorro Horizontal  Eventos 28.5 y 28.6		Ver Figuras VI.3.2.167 y VI.3.2.168	
	Radios de afectación (R.A) (m)		Radiación Térmica (RT) Zonas de Riesgo (ZR)		Radios de Afectación (m)		Sobrepresión y Zonas de Riesgo.		Radios de Afectación (m)		Isoconcentración (ppm)	
	Evento al 100%	28.1	44,68	ZAR 5 Kw/m <sup>2</sup>	28.3	127,47	ZAR 1 psi	28.5	73,25	10 000		
	83,83		ZA 1.4 Kw/m <sup>2</sup>	216,69		ZA 0,5 psi	09,59		50 000			
							0		150 000			
Evento al 20%	28.2	9,61	ZAR	28.4	43,59	ZAR	28.6	86,08	10 000			
		17,98	ZA		74,10	ZA		0	50 000			
									0	150 000		



Efectos sobre la población y/o infraestructura existentes en la ZA y ZAR		
Jet Fire (Ver Figura VI.3.2.163 y VI.3.2.164)	<p>⌘ <u>Infraestructura dentro de la ZAR (54 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 44 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 115 al momento de que ocurra el siniestro,</li> <li>- Campos agrícolas.</li> </ul>	
	<p>⌘ <u>Personas que transiten por la carretera Federal No 115, mismas que se encuentren dentro de la ZAR (54 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 44 m):</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 13 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo,</li> <li>- A los 40 segundos, presentarán quemaduras de segundo grado, considerando también asfixia por la disminución de Oxígeno y la exposición a los humos generados.</li> </ul>	
	<p>⌘ <u>Infraestructura presente en la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 44 hasta 83 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 115 al momento de que ocurra el siniestro,</li> <li>- Campos agrícolas.</li> </ul>	
	<p>⌘ <u>Personas que transiten por la carretera Federal No. 115, mismas que se encuentren dentro de la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 44 hasta 83 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 115 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo en la piel expuesta,</li> <li>- Después de 663 segundos (11.05 min.), presentarán quemaduras de segundo grado.</li> </ul>	
Explosión no Confinada (Ver Figura VI.3.2.165 y VI.3.2.166)	<p>⌘ <u>Infraestructura y habitantes presentes en la ZAR (390 psi a 1 psi en un radio de 0 m hasta 127 m) y ZA (1 psi a 0,5 psi en un radio a partir de 127 m hasta 216 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 115 al momento de que ocurra el siniestro,</li> <li>- Campos agrícolas.</li> </ul>	
	Sobrepresión	Daño esperado
	1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.
	2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.
	3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.
	4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.
	5.0	Postes de madera arrancados
	7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga
	9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.
10.0	Posible destrucción total de edificios.	
Chorro Horizontal (Ver Figura VI.3.2.167 y VI.3.2.168)	Daños en la salud de los habitantes localizados dentro de cualquiera de los radios de afectación, ya que de acuerdo a la <b>OSHA (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional)</b> , el gas natural se considera como un asfixiante simple a cualquier concentración, por lo que no se establecen tiempos máximos permisibles de exposición a dicha sustancia de acuerdo a la NOM-010-STPS-1999.	

Por lo anterior, Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V. deberá de:

- Realizar celajes diarios por parte de técnicos capacitados (equipados con Radio con frecuencia controlada y con teléfono celular) y contar con registros de las verificaciones a realizar en cada uno de los recorridos por las instalaciones,
- Contar con un sistema de comunicación directa con oficinas de ELECNOR, para reportar cualquier falla en el suministro de Gas, así como cualquier emergencia que requiera el cierre del Gasoducto





operado por ELECENOR. Así mismo mantener comunicación permanente mediante Radio de frecuencia controlada con el personal responsable de la operación del Gasoducto,

- Elaborar y poner en práctica un programa de capacitación dirigido al personal operativo, en relación a los procedimientos establecidos para la ejecución de las actividades de mantenimiento,
- Elaborar y poner en práctica una lista de verificación de tuberías, con el objeto de llevar un control en cuanto a la integridad mecánica de las mismas,
- Las actividades de verificación visual, se deberán realizar diariamente, y al detectar alguna anomalía en la instalación, actuar correctamente con apego a los procedimientos establecidos,
- Instalar letreros y señalamientos alusivos al peligro que representa la instalación, con el objeto de alertar a las personas que transitan por dicha zona.

### **Radio de Afectación Eventos 28.1 y 28.2**

Incendio (Radiación Térmica):

#### **Evento 28.1**

<b>Válvula de Seccionamiento No. 19 (Fuga del 100%)</b>	
<b>Zonas de Riesgo</b>	<b>Radio de Afectación (m)</b>
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m <sup>2</sup> )	127,47
Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m <sup>2</sup> )	216,69

#### **Evento 28.2**

<b>Válvula de Seccionamiento No. 19 (Fuga del 20%)</b>	
<b>Zonas de Riesgo</b>	<b>Radio de Afectación (m)</b>
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m <sup>2</sup> )	43,59
Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m <sup>2</sup> )	74,10



**Figura VI.3.2.163** Evento 28.1 Incendio (Radiación Térmica). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5  $\text{KW/m}^2$ ) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4  $\text{KW/m}^2$ ) en color amarillo.



**Figura VI.3.2.164** Evento 28.2 Incendio (Radiación Térmica). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5  $\text{KW/m}^2$ ) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4  $\text{KW/m}^2$ ) en color amarillo.



Evento 28.3. Explosión no Confinada.



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas

TITULO DEL MODELO					
Escenario No. 28. Evento 28.3					
DESCRIPCION					
Explosión no confinada originada por una fuga de gas natural, debido a la ruptura diámetro del 100% de la válvula de seccionamiento AC No. 19 de 4" de diámetro.					
DATOS DE LA SUSTANCIA					
Nombre	METANO (METHANE)		Sinónimos		
No. CAS	74-82-8		FIRE DAMP		
Nombre CAS	METHANE		MARSH GAS		
Nombre IUPAC	METHANE		METHYL HYDRIDE		
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)		REFRIGERANT 50		
Subfamilia	()				
Fórmula	CH4				
Estructura	CH4				
PARAMETROS DE ENTRADA					
Peso del material en la nube			1097.22726 kg		
Factor de Eficiencia Explosiva			0.03		
Límite Inferior de Explosividad			5 %		
Límite Superior de Explosividad			15 %		
Calor de Combustión			50029 kJ/kg		
Calor de Combustión del TNT (RMP)			4680 kJ/kg		
Masa Equivalente en TNT			351.879375580385 kg		
Distancia mínima de cálculo			0.475836589476289		
Distancia máxima de cálculo			282.395602063079		
Distancia total del cálculo			281.919765473603		
PRESION CALCULADA A DISTANCIAS DE INTERÉS					
Distancia (m)	Presión (kPa)	Presión (psi)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
5.000000	2690.0887103	390.1676230	0.2545907	184.5638272	0.5656894
10.000000	628.1029153	91.0993829	0.8889030	186.6946698	2.1984251
20.000000	130.6425948	18.9482639	3.2025330	97.5772639	2.6896546
30.000000	57.9162709	8.4001147	6.3808345	68.4161206	3.5287407
50.000000	24.4297312	3.5432624	13.7041136	43.0923971	4.2805021
70.000000	14.9824931	2.1730450	21.4021712	31.2684081	4.7743996
100.000000	9.3515545	1.3563396	33.2172008	22.1469480	5.3525122
150.000000	5.6237707	0.8156658	53.4823376	14.9597570	6.0361359
200.000000	3.8543300	0.5590279	74.0595129	11.2598617	6.5113731
DISTANCIAS CALCULADAS SEGÚN LAS PRESIONES DE INTERÉS					
Presión (kPa)	Presión (psi)	Distancia (m)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
137.894000	20.000000	19.5036115	3.0622064	99.7882456	2.5999234
103.420500	15.000000	22.3452048	3.8923182	88.4784205	2.9550329
68.947000	10.000000	27.3641300	5.4905268	74.1406631	3.3676192
34.473500	5.000000	40.2914440	10.0640349	52.6017820	3.9775200
27.578800	4.000000	46.2508117	12.2866774	46.3417006	4.1712131
20.684100	3.000000	55.8448334	15.9340331	38.8236311	4.4377880
13.789400	2.000000	74.3735976	23.1065135	29.4913465	4.8688623
6.894700	1.000000	127.4778975	44.2813291	17.5166443	5.7630431
3.447350	0.500000	216.6917425	80.9068542	10.3847593	6.6462484



Evento 28.4. Explosión no Confinada



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas

TITULO DEL MODELO					
Escenario No. 28. Evento 28.4					
DESCRIPCION					
Explosión no confinada originada por una fuga de gas natural, debido a la ruptura diámetro del 20% de la válvula de seccionamiento AC No. 19 de 4" de diámetro.					
DATOS DE LA SUSTANCIA					
Nombre	METANO (METHANE)			Sinónimos	
No. CAS	74-82-8			FIRE DAMP	
Nombre CAS	METHANE			MARSH GAS	
Nombre IUPAC	METHANE			METHYL HYDRIDE	
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)			REFRIGERANT 50	
Subfamilia	()				
Fórmula	CH4				
Estructura	CH4				
PARAMETROS DE ENTRADA					
Peso del material en la nube				43.8891 kg	
Factor de Eficiencia Explosiva				0.03	
Límite Inferior de Explosividad				5 %	
Límite Superior de Explosividad				15 %	
Calor de Combustión				50029 kJ/kg	
Calor de Combustión del TNT (RMP)				4680 kJ/kg	
Masa Equivalente en TNT				14.0751781019231 kg	
Distancia mínima de cálculo				0.16273383637572	
Distancia máxima de cálculo				96.5779444366291	
Distancia total del cálculo				96.4152106002534	
PRESION CALCULADA A DISTANCIAS DE INTERÉS					
Distancia (m)	Presión (kPa)	Presión (psi)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
5.0000000	262.0295297	38.0044860	1.8093164	130.0783173	2.0649140
10.0000000	60.7650464	8.8132981	6.1212377	69.9701734	3.4851674
20.0000000	19.3311237	2.8037658	16.9457805	37.1571115	4.5046323
30.0000000	11.0705063	1.6056545	28.3461440	25.1390508	5.1346001
50.0000000	5.8088470	0.8425090	51.9242915	15.3379487	5.9933617
70.0000000	3.7331693	0.5414549	75.9825694	11.0008801	6.5499670
100.0000000					
150.0000000					
200.0000000					
DISTANCIAS CALCULADAS SEGÚN LAS PRESIONES DE INTERÉS					
Presión (kPa)	Presión (psi)	Distancia (m)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
137.8940000	20.0000000	6.6701418	3.0622064	99.7882456	2.5999234
103.4205000	15.0000000	7.6419531	3.8923182	88.4784205	2.9550329
68.9470000	10.0000000	9.3584015	5.4905268	74.1406631	3.3676192
34.4735000	5.0000000	13.7794810	10.0640349	52.6017820	3.9775200
27.5788000	4.0000000	15.8175563	12.2866774	46.3417006	4.1712131
20.6841000	3.0000000	19.0986658	15.9340331	38.8236311	4.4377880
13.7894000	2.0000000	25.4354144	23.1065135	29.4913465	4.8688623
6.8947000	1.0000000	43.5968309	44.2813291	17.5166443	5.7630431
3.4473500	0.5000000	74.1075389	80.9068542	10.3847593	6.6462484





**Radios de Afecación  
Eventos 28.3 y 28.4**

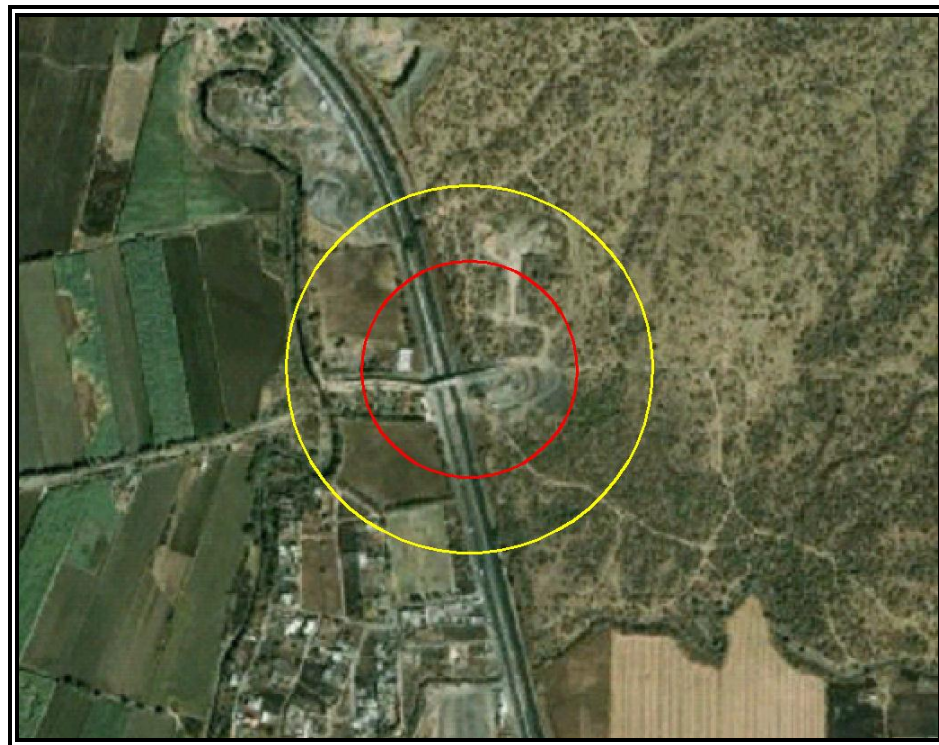
❖ Sobrepresión (Explosión):

**Evento 28.3**

Válvula de Seccionamiento No. 19 (Fuga del 100%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afecación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1.0 psi)	127,47
Zona de Amortiguamiento (ZA) (0.5 psi)	216,69

**Evento 28.4**

Válvula de Seccionamiento No. 19 (Fuga del 20%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afecación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1.0 psi)	43,59
Zona de Amortiguamiento (ZA) (0.5 psi)	74,10



**Figura VI.3.2.165** Evento 28.3 Explosión no Confinada (Sobrepresión). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1 PSI) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (0,5 PSI) en color amarillo.



**Figura VI.3.2.166** Evento 28.4 Explosión no Confinada (Sobrepresión). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1 PSI) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (0,5 PSI) en color amarillo.

**Radios de Afectación  
Eventos 28.5 y 28.6**

❖ Chorro Horizontal (Isoconcentraciones):

**Evento 28.5**

Válvula de Seccionamiento No. 19 (Fuga del 100%)	
Isoconcentraciones	Radios de Afectación (m)
10 000 ppm	73,25
50 000 ppm	09,59
150 000 ppm	0

**Evento 28.6**

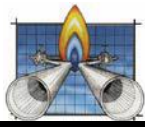
Válvula de Seccionamiento No. 19 (Fuga del 20%)	
Isoconcentraciones	Radios de Afectación (m)
10 000 ppm	86,08
50 000 ppm	0
150 000 ppm	0



**Figura VI.3.2.167** Evento 28.5. Radios de concentraciones de Gas Natural en partes por millón (ppm).



**Figura VI.3.2.168** Evento 28.6. Radios de concentraciones de Gas Natural en partes por millón (ppm).



**Escenario 29: Válvula de Seccionamiento No. 20 en Acero al Carbón, con una rotura diametral del 100% y 20% de 10"Φ.**

Se presenta una fuga de Gas Natural en la Válvula de Seccionamiento No. 20 de 10"Φ en Acero al Carbón, la cual se encuentra instalada en el municipio de Cuautla; dicha fuga es causada por una rotura en el gasoducto a causa de una sobrepresión en la línea de suministro.

Consideraciones.

- El tiempo máximo de respuesta por parte del personal operativo para mitigar la fuga en la Válvula de Seccionamiento de 10"Φ se considera de 15 minutos, debido a que las instalaciones cuentan con otras válvulas de bloqueo y medidores de presión que emiten señales a través del sistema de control de Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V.. Además de contar con vialidades existentes en la zona, lo que permite un acceso rápido a la instalación.
- El tipo de liberación de la fuga es continuo durante el tiempo que ocurre.
- A 60 segundos, después de haberse generado la fuga, el Gas Natural entra en contacto con una fuente de ignición (chispa), lo cual provoca un JET FIRE.
- El gas inflamable que se escapa por la rotura del gasoducto, forma una atmósfera explosiva la cual alcanza un punto de ignición (chispa) generado por un vehículo al transitar por la zona, a los 60 segundos de concentración de la nube, originando una explosión no confinada.
- El diámetro del orificio es de 254 mm para la rotura del 100% y de 50,8 mm para la rotura del 20% de la Válvula de Seccionamiento de 10"Φ.

Condiciones ambientales y de operación.

- Temperatura del Gas en la tubería: 25°C,
- Velocidad del viento: 1 m/s,
- Humedad relativa: 60%,
- Presión del gas en la tubería: 21,5 Kg/cm<sup>2</sup> (2 109,2 KPa)
- Altura de la fuente de emisión: 1 m.





Evento 29.1. JET FIRE



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)

TITULO DEL MODELO			
Escenario No.29. Evento 29.1			
DESCRIPCION			
Chorro de fuego originado por una fuga de gas natural, ocasionada por la ruptura diametral del 100% de la válvula de seccionamiento AC No. 20 de 10' de diámetro.			
DATOS DE LA SUSTANCIA			
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos	
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP	
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS	
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE	
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50	
Subfamilia	()		
Fórmula	CH4		
Estructura	CH4		
PARAMETROS DE ENTRADA			
Peso Molecular		16.04246 kg/kmol	
Calor de Combustión		50029.0 kJ/kg	
Concentración Estequiométrica		9.5 %	
Temperatura de Ebullición		111.66 °K (-161.49 °C)	
Humedad relativa		60.00 %	
Temperatura ambiente		298.15 °K (25.00 °C)	
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO			
Diámetro del orificio		0.254 m	
Presión en la tubería		2109200.0 Pa	
Coefficiente de descarga		0.63	
Longitud de la flama		53.921863 m	
Tasa de emisión de masa		114.294508 kg /s	
Clase de emisión		Flujo Sónico	
RADIACION CALCULADA A DISTANCIAS ESPECIFICAS			
Distancia a nivel de piso (m)	Distancia a fuente puntual (m)	Transmisividad	Radiación (kW/m2)
10.000	28.756	0.76	83.2394
25.000	36.768	0.74	49.7999
50.000	56.806	0.71	20.0624
60.000	65.779	0.70	14.7659
70.000	75.013	0.69	11.2210
80.000	84.421	0.69	8.7656
90.000	93.952	0.68	7.0096
100.000	103.571	0.67	5.7177
150.000	152.404	0.65	2.5504
200.000	201.809	0.63	1.4182
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACION ESPECIFICOS			
Radiación (kW/m2)	Distancia (m)	Dosis (W/m2) <sup>4/3</sup> tiempo de exposición= 60.00s	Dosis (W/m2) <sup>4/3</sup> tiempo de duración= 840.00 s
1.4000 E+00	2.0136 E+02	9.3970 E+05	1.3156 E+07
3.0000 E+00	1.3847 E+02	2.5960 E+06	3.6345 E+07
5.0000 E+00	1.0714 E+02	5.1299 E+06	7.1819 E+07
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE DOSIS DE RADIACION ESPECIFICAS			
Dosis (W/m2) <sup>3/4</sup>	Distancia (m)		
9.3970 E+05	5.2309 E+02		
2.5960 E+06	3.6272 E+02		
5.1299 E+06	2.8357 E+02		



Evento 29.2. JET FIRE



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)

TITULO DEL MODELO			
Escenario No.29. Evento 29.2			
DESCRIPCION			
Chorro de fuego originado por una fuga de gas natural, ocasionada por la ruptura diametral del 20% de la válvula de seccionamiento AC No. 20 de 10" de diámetro.			
DATOS DE LA SUSTANCIA			
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos	
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP	
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS	
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE	
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50	
Subfamilia	()		
Fórmula	CH4		
Estructura	CH4		
PARAMETROS DE ENTRADA			
Peso Molecular	16.04246 kg/kmol		
Calor de Combustión	50029.0 kJ/kg		
Concentración Estequiométrica	9.5 %		
Temperatura de Ebullición	111.66 °K (-161.49 °C)		
Humedad relativa	60.00 %		
Temperatura ambiente	298.15 °K (25.00 °C)		
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO			
Diámetro del orificio	0.0508 m		
Presión en la tubería	2109200.0 Pa		
Coefficiente de descarga	0.63		
Longitud de la flama	10.784373 m		
Tasa de emisión de masa	4.57178 kg /s		
Clase de emisión	Flujo Sónico		
RADIACIÓN CALCULADA A DISTANCIAS ESPECÍFICAS			
Distancia a nivel de piso (m)	Distancia a fuente puntual (m)	Transmisividad	Radiación (kW/m2)
10.000	11.361	0.82	23.1895
25.000	25.575	0.76	4.2539
50.000	50.290	0.72	1.0352
60.000	60.242	0.71	0.7098
70.000	70.207	0.70	0.5154
80.000	80.182	0.69	0.3905
90.000	90.161	0.68	0.3056
100.000	100.145	0.68	0.2454
150.000	150.097	0.65	0.1053
200.000	200.073	0.64	0.0578
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECÍFICOS			
Radiación (kW/m2)	Distancia (m)	Dosis (W/m2) <sup>4/3</sup> tiempo de exposición= 60.00s	Dosis (W/m2) <sup>4/3</sup> tiempo de duración= 840.00 s
1.4000 E+00	4.3205 E+01	9.3970 E+05	1.3156 E+07
3.0000 E+00	2.9750 E+01	2.5960 E+06	3.6345 E+07
5.0000 E+00	2.3056 E+01	5.1299 E+06	7.1819 E+07
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE DOSIS DE RADIACIÓN ESPECÍFICAS			
Dosis (W/m2) <sup>3/4</sup>	Distancia (m)		
9.3970 E+05	1.1213 E+02		
2.5960 E+06	7.7767 E+01		
5.1299 E+06	6.0810 E+01		



### Análisis de interacciones del Escenario 29.

El presente escenario consiste en la formación de un Chorro de Fuego originado por una fuga de Gas Natural en el gasoducto, provocada por la ruptura diametral del 100% y 20% de la válvula de Seccionamiento No. 20 en Acero al Carbón de 10"Φ a causa de una sobrepresión en la línea de suministro, lo cual puede llegar a ser catastrófico para la infraestructura presente en la zona donde se suscita el evento. Por tal efecto, y con fundamento en el análisis de riesgo mediante la metodología de Árbol de Fallas, se utilizó el software Árbol de Fallas (FaultREASE; Arthur D Little. Hazard Prevention Magazine) (Ver Anexo No. 10 Árboles de Falla), para determinar la probabilidad de ocurrencia de un incendio en el gasoducto principal de transporte, involucrando causas probables, tales como: fallas de instrumentos y/o accesorios y del material de construcción, principalmente, de lo anterior, y como resultado final se tiene que la probabilidad de ocurrencia de un escenario como el que se plantea es de  $7 \times 10^{-6}$ , lo cual de acuerdo a la Fuente de información consultada, lo cataloga como improbable.

- Fuente: (1) Modelo de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones. Dinámica Heurística. 2005  
 (2) Loss Prevention in the Process Industries, Frank P less, second Edition, 1996. Ed. HB Vol. I, II y III. Hazard Identification Assessment and Control  
 (3) Guidelines for Consequence Analysis of Chemical Releases. American Institute of Chemical Engineers (AIChE). 1999.  
 (4) Guideline for Hazard Evaluation Procedures, Second Edition, AIChE 1992.  
 (5) Fault Tree Handbook, U.S. Nuclear Regulatory Commission, 1981.

A continuación se describen las interacciones que puede llegar a tener una fuga de gas natural que al entrar en contacto con una fuente de ignición se convierte en un Jet Fire (Chorro de Fuego), con la infraestructura presente (unidades médicas, instituciones educativas, viviendas e instalaciones de riesgo), describiendo las consecuencias en caso de presentarse dicho escenario.

**TABLA RESUMEN**

COMPAÑÍA DE AUTOABASTECEDORES DE GAS NATURAL DE MORELOS, S.A. DE C.V.				Escenario 29. AYALA, MORELOS					
% de Ruptura por un impacto. Válvula de Seccionamiento No. 20 Ayala, Morelos.	Jet Fire Ver Figura VI.3.2.169 y VI.3.2.170 Eventos 29.1 y 29.2		Explosión no confinada Ver Figuras VI.3.2.171 y VI.3.2.172 Eventos 29.3 y 29.4		Chorro Horizontal Ver Figuras VI.3.2.173 y VI.3.2.174 Eventos 29.5 y 29.6				
	Radios de afectación (R.A) (m)	Radiación Térmica (RT) Zonas de Riesgo (ZR)	Radios de Afectación (m)	Sobrepresión y Zonas de Riesgo.	Radios de Afectación (m)	Isoconcentración (ppm)			
Evento al 100%	29.1	107,14	ZAR 5 Kw/m <sup>2</sup>	29.3	234,8	ZAR 1 psi	29.5	587,43	10 000
		201,36	ZA 1.4 Kw/m <sup>2</sup>		399,14	ZA 0,5 psi		27,52	50 000
								06,21	150 000
Evento al 20%	29.2	23,05	ZAR	29.4	80,3	ZAR	29.6	223,4	10 000
		43,2	ZA		136,5	ZA		4,62	50 000
								0	150 000



Efectos sobre la población y/o infraestructura existentes en la ZA y ZAR																			
Jet Fire (Ver Figura VI.3.2.169 y VI.3.2.170)	<p>⌘ <u>Infraestructura dentro de la ZAR (23 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 107 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 160 al momento de que ocurra el siniestro,</li> <li>- Campos agrícolas.</li> </ul>																		
	<p>⌘ <u>Personas que transiten por la carretera Federal No 160, mismas que se encuentren dentro de la ZAR (23 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 107 m):</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 13 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo,</li> <li>- A los 40 segundos, presentarán quemaduras de segundo grado, considerando también asfixia por la disminución de Oxígeno y la exposición a los humos generados.</li> </ul>																		
	<p>⌘ <u>Infraestructura presente en la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 107 hasta 201 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 160 al momento de que ocurra el siniestro,</li> <li>- Campos agrícolas.</li> </ul>																		
	<p>⌘ <u>Personas que transiten por la carretera Federal No. 160, mismas que se encuentren dentro de la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 107 hasta 201 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 115 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo en la piel expuesta,</li> <li>- Después de 663 segundos (11.05 min.), presentarán quemaduras de segundo grado.</li> </ul>																		
Explosión no Confinada (Ver Figura VI.3.2.171 y VI.3.2.172)	<p>⌘ <u>Infraestructura y habitantes presentes en la ZAR (1 048 psi a 1 psi en un radio de 0 m hasta 234 m) y ZA (1 psi a 0,5 psi en un radio a partir de 234 m hasta 399 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 160 al momento de que ocurra la explosión,</li> <li>- Campos agrícolas.</li> </ul>																		
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Sobrepresión</th> <th>Daño esperado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.0</td> <td>Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.</td> </tr> <tr> <td>2.0</td> <td>Colapso parcial de muros y techos de casas.</td> </tr> <tr> <td>3.0</td> <td>Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.</td> </tr> <tr> <td>4.0</td> <td>Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.</td> </tr> <tr> <td>5.0</td> <td>Postes de madera arrancados</td> </tr> <tr> <td>7.0</td> <td>Volcadura de carros de ferrocarril con carga</td> </tr> <tr> <td>9.0</td> <td>Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.</td> </tr> <tr> <td>10.0</td> <td>Posible destrucción total de edificios.</td> </tr> </tbody> </table>	Sobrepresión	Daño esperado	1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.	2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.	3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.	4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.	5.0	Postes de madera arrancados	7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga	9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.	10.0	Posible destrucción total de edificios.
	Sobrepresión	Daño esperado																	
	1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.																	
	2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.																	
	3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.																	
	4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.																	
	5.0	Postes de madera arrancados																	
	7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga																	
9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.																		
10.0	Posible destrucción total de edificios.																		
Chorro Horizontal (Ver Figura VI.3.2.173 y VI.3.2.174)	<p>Daños en la salud de los habitantes localizados dentro de cualquiera de los radios de afectación, ya que de acuerdo a la <b>OSHA (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional)</b>, el gas natural se considera como un asfixiante simple a cualquier concentración, por lo que no se establecen tiempos máximos permisibles de exposición a dicha sustancia de acuerdo a la NOM-010-STPS-1999.</p>																		

Por lo anterior, Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V. deberá de:

- Realizar celajes diarios por parte de técnicos capacitados (equipados con Radio con frecuencia controlada y con teléfono celular) y contar con registros de las verificaciones a realizar en cada uno de los recorridos por las instalaciones,





- Contar con un sistema de comunicación directa con oficinas de ELECENOR, para reportar cualquier falla en el suministro de Gas, así como cualquier emergencia que requiera el cierre del Gasoducto operado por ELECENOR. Así mismo mantener comunicación permanente mediante Radio de frecuencia controlada con el personal responsable de la operación del Gasoducto,
- Elaborar y poner en práctica un programa de capacitación dirigido al personal operativo, en relación a los procedimientos establecidos para la ejecución de las actividades de mantenimiento,
- Elaborar y poner en práctica una lista de verificación de tuberías, con el objeto de llevar un control en cuanto a la integridad mecánica de las mismas,
- Las actividades de verificación visual, se deberán realizar diariamente, y al detectar alguna anomalía en la instalación, actuar correctamente con apego a los procedimientos establecidos,
- Instalar letreros y señalamientos alusivos al peligro que representa la instalación, con el objeto de alertar a las personas que transitan por dicha zona.

**Radios de Afectación  
Eventos 29.1 y 29.2**

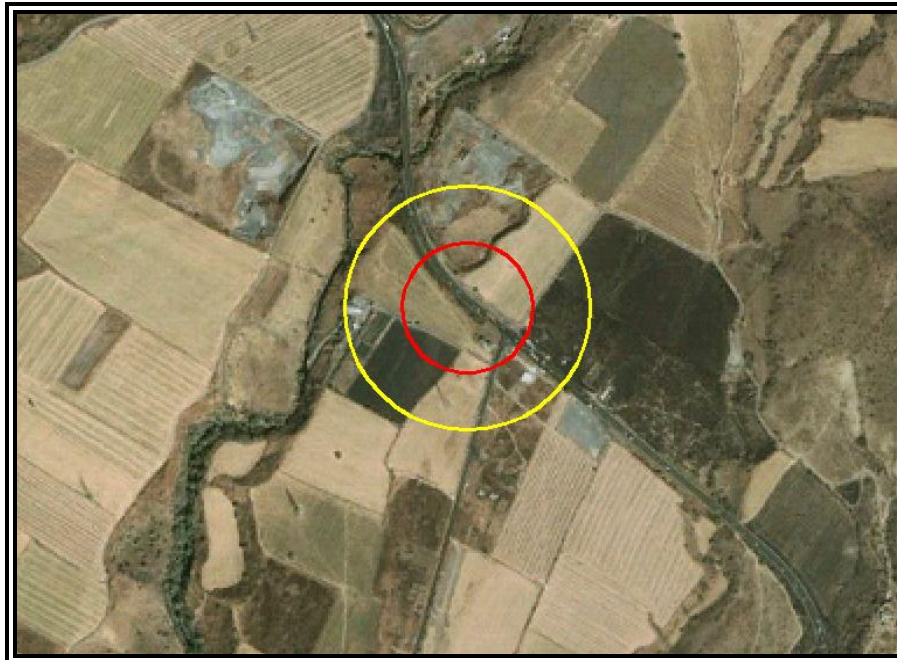
Incendio (Radiación Térmica):

**Evento 29.1**

<b>Válvula de Seccionamiento No. 20 (Fuga del 100%)</b>	
<b>Zonas de Riesgo</b>	<b>Radios de Afectación (m)</b>
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m <sup>2</sup> )	107,14
Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m <sup>2</sup> )	201,36

**Evento 29.2**

<b>Válvula de Seccionamiento No. 20 (Fuga del 20%)</b>	
<b>Zonas de Riesgo</b>	<b>Radios de Afectación (m)</b>
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m <sup>2</sup> )	23,05
Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m <sup>2</sup> )	43,20



**Figura VI.3.2.169** Evento 29.1 Incendio (Radiación Térmica). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m<sup>2</sup>) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m<sup>2</sup>) en color amarillo.



**Figura VI.3.2.170** Evento 29.2 Incendio (Radiación Térmica). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m<sup>2</sup>) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m<sup>2</sup>) en color amarillo.



**Evento 29.3. Explosión no Confinada.**



**SCRI-FUEGO**

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

**Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas**

TITULO DEL MODELO					
Escenario No. 29. Evento 29.3					
DESCRIPCION					
Explosión no confinada originada por una fuga de gas natural, debido a la ruptura diámetro del 100% de la válvula de seccionamiento AC No. 20 de 10" de diámetro.					
DATOS DE LA SUSTANCIA					
Nombre	METANO (METHANE)		Sinónimos		
No. CAS	74-82-8		FIRE DAMP		
Nombre CAS	METHANE		MARSH GAS		
Nombre IUPAC	METHANE		METHYL HYDRIDE		
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)		REFRIGERANT 50		
Subfamilia	()				
Fórmula	CH4				
Estructura	CH4				
PARAMETROS DE ENTRADA					
Peso del material en la nube			6857.67 kg		
Factor de Eficiencia Explosiva			0.03		
Límite Inferior de Explosividad			5%		
Límite Superior de Explosividad			15 %		
Calor de Combustión			50029 kJ/kg		
Calor de Combustión del TNT (RMP)			4680 kJ/kg		
Masa Equivalente en TNT			2199.24597711538 kg		
Distancia mínima de cálculo			0.876498475941523		
Distancia máxima de cálculo			520.177137057284		
Distancia total del cálculo			519.300638581342		
PRESION CALCULADA A DISTANCIAS DE INTERÉS					
Distancia (m)	Presión (kPa)	Presión (psi)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
5.0000000	7229.6456634	1048.5801650	0.0951815	178.4701942	0.2296234
10.0000000	2304.6245456	334.2603080	0.2933361	195.1772741	0.7195635
20.0000000	520.0126908	75.4220910	1.0370505	172.9791070	2.1383538
30.0000000	205.1710822	29.7577969	2.2085081	117.5622050	2.1593912
50.0000000	70.0302496	10.1571134	5.4176144	74.6640773	3.3527900
70.0000000	38.0307151	5.5159347	9.2236915	55.4630544	3.8938066
100.0000000	21.5707365	3.1285968	15.3381935	39.8779950	4.3972121
150.0000000	12.2089536	1.7707737	25.8705002	27.0153395	5.0134160
200.0000000	8.4271705	1.2222679	36.6474782	20.4542432	5.4912862
DISTANCIAS CALCULADAS SEGÚN LAS PRESIONES DE INTERÉS					
Presión (kPa)	Presión (psi)	Distancia (m)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
137.8940000	20.0000000	35.9259588	3.0622064	99.7882456	2.5999234
103.4205000	15.0000000	41.1602185	3.8923182	88.4784205	2.9550329
68.9470000	10.0000000	50.4051574	5.4905268	74.1406631	3.3676192
34.4735000	5.0000000	74.2174731	10.0640349	52.6017820	3.9775200
27.5788000	4.0000000	85.1947220	12.2866774	46.3417006	4.1712131
20.6841000	3.0000000	102.8670608	15.9340331	38.8236311	4.4377880
13.7894000	2.0000000	136.9973356	23.1065135	29.4913465	4.8688623
6.8947000	1.0000000	234.8162906	44.2813291	17.5166443	5.7630431
3.4473500	0.5000000	399.1495952	80.9068542	10.3847593	6.6462484



## Evento 29.4. Explosión no Confinada



### SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

#### Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas

TITULO DEL MODELO					
Escenario No. 29. Evento 29.4					
DESCRIPCION					
Explosión no confinada originada por una fuga de gas natural, debido a la ruptura diámetro del 20% de la válvula de seccionamiento AC No. 20 de 10" de diámetro.					
DATOS DE LA SUSTANCIA					
Nombre	METANO (METHANE)		Sinónimos		
No. CAS	74-82-8		FIRE DAMP		
Nombre CAS	METHANE		MARSH GAS		
Nombre IUPAC	METHANE		METHYL HYDRIDE		
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)		REFRIGERANT 50		
Subfamilia	()				
Fórmula	CH4				
Estructura	CH4				
PARAMETROS DE ENTRADA					
Peso del material en la nube			274.3 kg		
Factor de Eficiencia Explosiva			0.03		
Límite Inferior de Explosividad			5%		
Límite Superior de Explosividad			15 %		
Calor de Combustión			50029 kJ/kg		
Calor de Combustión del TNT (RMP)			4680 kJ/kg		
Masa Equivalente en TNT			87.96765833333333 kg		
Distancia mínima de cálculo			0.299755785232735		
Distancia máxima de cálculo			177.896608446727		
Distancia total del cálculo			177.596852661494		
PRESION CALCULADA A DISTANCIAS DE INTERÉS					
Distancia (m)	Presión (kPa)	Presión (psi)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
5.000000	1054.4648349	152.9384650	0.5788808	223.8810515	2.0864246
10.000000	217.3674966	31.5267519	2.1067707	120.3974653	2.1290523
20.000000	52.1779834	7.5678396	6.9861756	65.0948562	3.6216438
30.000000	26.3422625	3.8206539	12.8038296	45.0996379	4.2121077
50.000000	12.6330731	1.8322876	25.0615110	27.6940649	4.9721572
70.000000	8.1856531	1.1872385	37.6685302	20.0020632	5.5304597
100.000000	5.2329148	0.7589764	57.0736707	14.1551058	6.1301729
150.000000	3.0129475	0.4369947	89.6477957	9.4333805	6.8113257
200.000000					
DISTANCIAS CALCULADAS SEGÚN LAS PRESIONES DE INTERÉS					
Presión (kPa)	Presión (psi)	Distancia (m)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
137.8940000	20.0000000	12.2864036	3.0622064	99.7882456	2.5999234
103.4205000	15.0000000	14.0764804	3.8923182	88.4784205	2.9550329
68.9470000	10.0000000	17.2381789	5.4905268	74.1406631	3.3676192
34.4735000	5.0000000	25.3818090	10.0640349	52.6017820	3.9775200
27.5788000	4.0000000	29.1359443	12.2866774	46.3417006	4.1712131
20.6841000	3.0000000	35.1797492	15.9340331	38.8236311	4.4377880
13.7894000	2.0000000	46.8520426	23.1065135	29.4913465	4.8688623
6.8947000	1.0000000	80.3053782	44.2813291	17.5166443	5.7630431
3.4473500	0.5000000	136.5061134	80.9068542	10.3847593	6.6462484





### Radios de Afectación Eventos 29.3 y 29.4

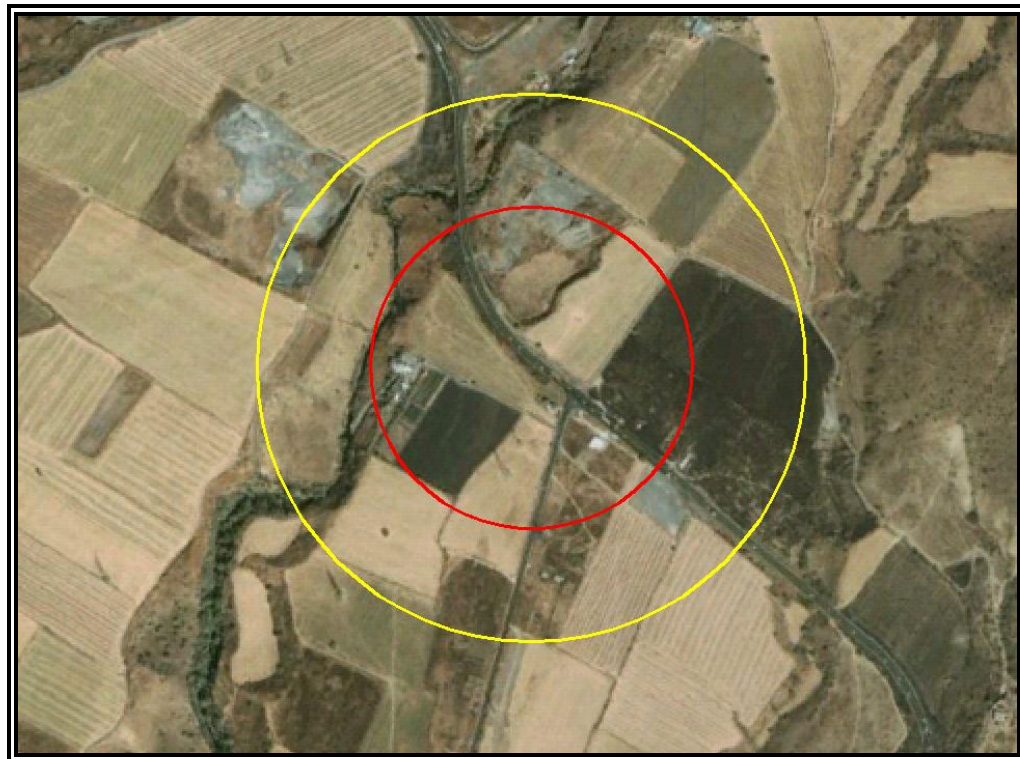
❖ Sobrepresión (Explosión):

#### Evento 29.3

Válvula de Seccionamiento No. 20 (Fuga del 100%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1.0 psi)	234,8
Zona de Amortiguamiento (ZA) (0.5 psi)	399,14

#### Evento 29.4

Válvula de Seccionamiento No. 20 (Fuga del 20%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1.0 psi)	80,3
Zona de Amortiguamiento (ZA) (0.5 psi)	136,5



**Figura VI.3.2.171** Evento 29.3 Explosión no Confinada (Sobrepresión). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1 PSI) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (0,5 PSI) en color amarillo.



**Figura VI.3.2.172** Evento 29.4 Explosión no Confinada (Sobrepresión). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1 PSI) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (0,5 PSI) en color amarillo.

**Radios de Afectación  
Eventos 29.5 y 29.6**

❖ Chorro Horizontal (Isoconcentraciones):

**Evento 29.5**

Válvula de Seccionamiento No. 20 (Fuga del 100%)	
Isoconcentraciones	Radios de Afectación (m)
10 000 ppm	587,43
50 000 ppm	27,52
150 000 ppm	06,21

**Evento 29.6**

Válvula de Seccionamiento No. 20 (Fuga del 20%)	
Isoconcentraciones	Radios de Afectación (m)
10 000 ppm	223,4
50 000 ppm	4,62
150 000 ppm	0



Figura VI.3.2.173 Evento 29.5. Radios de concentraciones de Gas Natural en partes por millón (ppm).



Figura VI.3.2.174 Evento 29.6. Radios de concentraciones de Gas Natural en partes por millón (ppm).





**Escenario 30: Válvula de Seccionamiento No. 21 en Acero al Carbón, con una rotura diametral del 100% y 20% de 6"Φ.**

Se presenta una fuga de Gas Natural en la Válvula de Seccionamiento No. 21 de 6"Φ en Acero al Carbón, la cual se encuentra instalada en el municipio de Ayala; dicha fuga es causada por una rotura en el gasoducto a causa de una sobrepresión en la línea de suministro.

Consideraciones.

- El tiempo máximo de respuesta por parte del personal operativo para mitigar la fuga en la Válvula de Seccionamiento de 6"Φ se considera de 15 minutos, debido a que las instalaciones cuentan con otras válvulas de bloqueo y medidores de presión que emiten señales a través del sistema de control de Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V.. Además de contar con vialidades existentes en la zona, lo que permite un acceso rápido a la instalación.
- El tipo de liberación de la fuga es continuo durante el tiempo que ocurre.
- A 60 segundos, después de haberse generado la fuga, el Gas Natural entra en contacto con una fuente de ignición (chispa), lo cual provoca un JET FIRE.
- El gas inflamable que se escapa por la rotura del gasoducto, forma una atmósfera explosiva la cual alcanza un punto de ignición (chispa) generado por un vehículo al transitar por la zona, a los 60 segundos de concentración de la nube, originando una explosión no confinada.
- El diámetro del orificio es de 152,4 mm para la rotura del 100% y de 30,48 mm para la rotura del 20% de la Válvula de Seccionamiento de 6"Φ.

Condiciones ambientales y de operación.

- Temperatura del Gas en la tubería: 25°C,
- Velocidad del viento: 1 m/s,
- Humedad relativa: 60%,
- Presión del gas en la tubería: 21,5 Kg/cm<sup>2</sup> (2 109,2 KPa)
- Altura de la fuente de emisión: 1 m.





Evento 30.1. JET FIRE



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)

TITULO DEL MODELO			
Escenario No.30. Evento 30.1			
DESCRIPCION			
Chorro de fuego originado por una fuga de gas natural, ocasionada por la ruptura diametral del 100% de la válvula de seccionamiento AC No. 21 de 6" de diámetro.			
DATOS DE LA SUSTANCIA			
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos	
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP	
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS	
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE	
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50	
Subfamilia	()		
Fórmula	CH4		
Estructura	CH4		
PARAMETROS DE ENTRADA			
Peso Molecular			16.04246 kg/kmol
Calor de Combustión			50029.0 kJ/kg
Concentración Estequiométrica			9.5 %
Temperatura de Ebullición			111.66 °K (-161.49 °C)
Humedad relativa			60.00 %
Temperatura ambiente			298.15 °K (25.00 °C)
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO			
Diámetro del orificio			0.1524 m
Presión en la tubería			2109200.0 Pa
Coefficiente de descarga			0.63
Longitud de la flama			32.353118 m
Tasa de emisión de masa			41.146023 kg /s
Clase de emisión			Flujo Sónico
RADIACIÓN CALCULADA A DISTANCIAS ESPECÍFICAS			
Distancia a nivel de piso (m)	Distancia a fuente puntual (m)	Transmisividad	Radiación (kW/m2)
10.000	19.018	0.79	71.1074
25.000	29.777	0.75	27.8579
50.000	52.552	0.72	8.4984
60.000	62.142	0.71	5.9867
70.000	71.845	0.70	4.4208
80.000	81.619	0.69	3.3863
90.000	91.442	0.68	2.6704
100.000	101.300	0.68	2.1560
150.000	150.870	0.65	0.9377
200.000	200.653	0.64	0.5167
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECÍFICOS			
Radiación (kW/m2)	Distancia (m)	Dosis (W/m2) <sup>4/3</sup> tiempo de exposición= 60.00s	Dosis (W/m2) <sup>4/3</sup> tiempo de duración= 840.00 s
1.4000 E+00	1.2354 E+02	9.3970 E+05	1.3156 E+07
3.0000 E+00	8.4996 E+01	2.5960 E+06	3.6345 E+07
5.0000 E+00	6.5800 E+01	5.1299 E+06	7.1819 E+07
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE DOSIS DE RADIACIÓN ESPECÍFICAS			
Dosis (W/m2) <sup>3/4</sup>	Distancia (m)		
9.3970 E+05	3.2084 E+02		
2.5960 E+06	2.2249 E+02		
5.1299 E+06	1.7395 E+02		



Evento 30.2. JET FIRE



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)

TITULO DEL MODELO			
Escenario No.30. Evento 30.2			
DESCRIPCION			
Chorro de fuego originado por una fuga de gas natural, ocasionada por la ruptura diametral del 20% de la válvula de seccionamiento AC No. 21 de 6" de diámetro.			
DATOS DE LA SUSTANCIA			
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos	
No. CAS	74-82-6	FIRE DAMP	
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS	
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE	
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50	
Subfamilia	()		
Fórmula	CH4		
Estructura	CH4		
PARAMETROS DE ENTRADA			
Peso Molecular			16.04246 kg/kmol
Calor de Combustión			50029.0 kJ/kg
Concentración Estequiométrica			9.5 %
Temperatura de Ebullición			111.66 °K (-161.49 °C)
Humedad relativa			60.00 %
Temperatura ambiente			298.15 °K (25.00 °C)
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO			
Diámetro del orificio			0.03048 m
Presión en la tubería			2109200.0 Pa
Coefficiente de descarga			0.63
Longitud de la flama			6.470624 m
Tasa de emisión de masa			1.645841 kg /s
Clase de emisión			Flujo Sónico
RADIACIÓN CALCULADA A DISTANCIAS ESPECIFICAS			
Distancia a nivel de piso (m)	Distancia a fuente puntual (m)	Transmisividad	Radiación (kW/m2)
10.000	10.510	0.83	9.8231
25.000	25.208	0.77	1.5783
50.000	50.105	0.72	0.3756
60.000	60.087	0.71	0.2569
70.000	70.075	0.70	0.1863
80.000	80.065	0.69	0.1410
90.000	90.058	0.68	0.1103
100.000	100.052	0.68	0.0885
150.000	150.035	0.65	0.0379
200.000	200.026	0.64	0.0208
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECIFICOS			
Radiación (kW/m2)	Distancia (m)	Dosis (W/m2) <sup>4/3</sup> tiempo de exposición= 60.00s	Dosis (W/m2) <sup>4/3</sup> tiempo de duración= 840.00 s
1.4000 E+00	2.6507 E+01	9.3970 E+05	1.3156 E+07
3.0000 E+00	1.8259 E+01	2.5960 E+06	3.6345 E+07
5.0000 E+00	1.4157 E+01	5.1299 E+06	7.1819 E+07
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE DOSIS DE RADIACIÓN ESPECIFICAS			
Dosis (W/m2) <sup>3/4</sup>	Distancia (m)		
9.3970 E+05	6.8774 E+01		
2.5960 E+06	4.7701 E+01		
5.1299 E+06	3.7302 E+01		



### Análisis de interacciones del Escenario 30.

El presente escenario consiste en la formación de un Chorro de Fuego originado por una fuga de Gas Natural en el gasoducto, provocada por la ruptura diametral del 100% y 20% de la válvula de Seccionamiento No. 21 en Acero al Carbón de 6"Φ a causa de una sobrepresión en la línea de suministro, lo cual puede llegar a ser catastrófico para la infraestructura presente en la zona donde se suscita el evento. Por tal efecto, y con fundamento en el análisis de riesgo mediante la metodología de Árbol de Fallas, se utilizó el software Árbol de Fallas (FaultREASE; Arthur D Little. Hazard Prevention Magazine) (Ver Anexo No. 10 Árboles de Falla), para determinar la probabilidad de ocurrencia de un incendio en el gasoducto principal de transporte, involucrando causas probables, tales como: fallas de instrumentos y/o accesorios y del material de construcción, principalmente, de lo anterior, y como resultado final se tiene que la probabilidad de ocurrencia de un escenario como el que se plantea es de  $7 \times 10^{-6}$ , lo cual de acuerdo a la Fuente de información consultada, lo cataloga como improbable.

- Fuente: (1) Modelo de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones. Dinámica Heurística. 2005  
 (2) Loss Prevention in the Process Industries, Frank P less, second Edition, 1996. Ed. HB Vol. I, II y III. Hazard Identification Assessment and Control  
 (3) Guidelines for Consequence Analysis of Chemical Releases. American Institute of Chemical Engineers (AIChE). 1999.  
 (4) Guideline for Hazard Evaluation Procedures, Second Edition, AIChE 1992.  
 (5) Fault Tree Handbook, U.S. Nuclear Regulatory Commission, 1981.

A continuación se describen las interacciones que puede llegar a tener una fuga de gas natural que al entrar en contacto con una fuente de ignición se convierte en un Jet Fire (Chorro de Fuego), con la infraestructura presente (unidades médicas, instituciones educativas, viviendas e instalaciones de riesgo), describiendo las consecuencias en caso de presentarse dicho escenario.

### TABLA RESUMEN

COMPAÑÍA DE AUTOABASTECEDORES DE GAS NATURAL DE MORELOS, S.A. DE C.V.				Escenario 30. AYALA, MORELOS					
% de Ruptura por un impacto.  Válvula de Seccionamiento No. 21  Ayala, Morelos.	Jet Fire  Eventos 30.1 y 30.2		Explosión no confinada  Eventos 30.3 y 30.4		Chorro Horizontal  Eventos 30.5 y 30.6		Ver Figuras VI.3.2.179 y VI.3.2.180		
	Ver Figura VI.3.2.175 y VI.3.2.176		Ver Figuras VI.3.2.177 y VI.3.2.178						
	Radios de afectación (R.A) (m)	Radiación Térmica (RT) Zonas de Riesgo (ZR)	Radios de Afectación (m)	Sobrepresión y Zonas de Riesgo.	Radios de Afectación (m)	Isoconcentración (ppm)			
Evento al 100%	30.1	65,80	ZAR 5 Kw/m <sup>2</sup>	30.3	167,04	ZAR 1 psi	30.5	114,48	10 000
		123,54	ZA 1.4 Kw/m <sup>2</sup>		283,94	ZA 0,5 psi		15,39	50 000
								0	150 000
Evento al 20%	30.2	14,15	ZAR	30.4	57,12	ZAR	30.6	115,12	10 000
		26,50	ZA		97,10	ZA		0	50 000
								0	150 000



Efectos sobre la población y/o infraestructura existentes en la ZA y ZAR																			
Jet Fire (Ver Figura VI.3.2.175 y VI.3.2.176)	<p>⌘ <u>Infraestructura dentro de la ZAR (71 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 65,8 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 160 y que se encuentren dentro de la ZAR al momento en que ocurra el siniestro.</li> </ul>																		
	<p>⌘ <u>Personas que transiten por la carretera Federal No. 160, mismas que se encuentren dentro de la ZAR (71 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 65,8 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 13 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo,</li> <li>- A los 40 segundos, presentarán quemaduras de segundo grado, considerando también asfixia por la disminución de Oxígeno y la exposición a los humos generados por el incendio.</li> </ul>																		
	<p>⌘ <u>Infraestructura presente en la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 65.8 hasta 123,54 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 160 y que se encuentren dentro de la ZAR al momento en que ocurra el siniestro.</li> </ul>																		
	<p>⌘ <u>Personas que transiten por la carretera Federal No. 160, mismas que se encuentren dentro de la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 65.8 hasta 123,54 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 115 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo en la piel expuesta,</li> <li>- Después de 663 segundos (11.05 min.), presentarán quemaduras de segundo grado.</li> </ul>																		
Explosión no Confinada (Ver Figura VI.3.2.177 y VI.3.2.178)	<p>⌘ <u>Infraestructura y habitantes presentes en la ZAR (624 psi a 1 psi en un radio de 0 m hasta 167,04 m) y ZA (1 psi a 0,5 psi en un radio a partir de 167,04 m hasta 283,94 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 160 y que se encuentren dentro de la ZAR al momento en que ocurra la explosión.</li> </ul>																		
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Sobrepresión</th> <th>Daño esperado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.0</td> <td>Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.</td> </tr> <tr> <td>2.0</td> <td>Colapso parcial de muros y techos de casas.</td> </tr> <tr> <td>3.0</td> <td>Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.</td> </tr> <tr> <td>4.0</td> <td>Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.</td> </tr> <tr> <td>5.0</td> <td>Postes de madera arrancados</td> </tr> <tr> <td>7.0</td> <td>Volcadura de carros de ferrocarril con carga</td> </tr> <tr> <td>9.0</td> <td>Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.</td> </tr> <tr> <td>10.0</td> <td>Posible destrucción total de edificios.</td> </tr> </tbody> </table>	Sobrepresión	Daño esperado	1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.	2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.	3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.	4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.	5.0	Postes de madera arrancados	7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga	9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.	10.0	Posible destrucción total de edificios.
	Sobrepresión	Daño esperado																	
	1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.																	
	2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.																	
	3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.																	
	4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.																	
	5.0	Postes de madera arrancados																	
	7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga																	
9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.																		
10.0	Posible destrucción total de edificios.																		
Chorro Horizontal (Ver Figura VI.3.2.179 y VI.3.2.180)	<p>Daños en la salud de los habitantes localizados dentro de cualquiera de los radios de afectación, ya que de acuerdo a la <b>OSHA (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional)</b>, el gas natural se considera como un asfixiante simple a cualquier concentración, por lo que no se establecen tiempos máximos permisibles de exposición a dicha sustancia de acuerdo a la NOM-010-STPS-1999.</p>																		

Por lo anterior, Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V. deberá de:

- Realizar celajes diarios por parte de técnicos capacitados (equipados con Radio con frecuencia controlada y con teléfono celular) y contar con registros de las verificaciones a realizar en cada uno de los recorridos por las instalaciones,





- Contar con un sistema de comunicación directa con oficinas de ELECENOR, para reportar cualquier falla en el suministro de Gas, así como cualquier emergencia que requiera el cierre del Gasoducto operado por ELECENOR. Así mismo mantener comunicación permanente mediante Radio de frecuencia controlada con el personal responsable de la operación del Gasoducto,
- Elaborar y poner en práctica un programa de capacitación dirigido al personal operativo, en relación a los procedimientos establecidos para la ejecución de las actividades de mantenimiento,
- Elaborar y poner en práctica una lista de verificación de tuberías, con el objeto de llevar un control en cuanto a la integridad mecánica de las mismas,
- Las actividades de verificación visual, se deberán realizar diariamente, y al detectar alguna anomalía en la instalación, actuar correctamente con apego a los procedimientos establecidos,
- Instalar letreros y señalamientos alusivos al peligro que representa la instalación, con el objeto de alertar a las personas que transitan por dicha zona.

**Radios de Afectación  
Eventos 30.1 y 30.2**

Incendio (Radiación Térmica):

**Evento 30.1**

Válvula de Seccionamiento No. 21 (Fuga del 100%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m <sup>2</sup> )	65,80
Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m <sup>2</sup> )	123,54

**Evento 30.2**

Válvula de Seccionamiento No. 21 (Fuga del 20%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m <sup>2</sup> )	14,15
Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m <sup>2</sup> )	26,50



**Figura VI.3.2.175** Evento 30.1 Incendio (Radiación Térmica). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m<sup>2</sup>) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m<sup>2</sup>) en color amarillo.





**Figura VI.3.2.176** Evento 31.2 Incendio (Radiación Térmica). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m<sup>2</sup>) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m<sup>2</sup>) en color amarillo.

**Evento 30.3. Explosión no Confinada.**



**SCRI-FUEGO**

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas

TITULO DEL MODELO					
Escenario No. 30. Evento 30.3					
DESCRIPCION					
Explosión no confinada originada por una fuga de gas natural, debido a la ruptura diámetro del 100% de la válvula de seccionamiento AC No. 21 de 6" de diámetro.					
DATOS DE LA SUSTANCIA					
Nombre	METANO (METHANE)		Sinónimos		
No. CAS	74-82-8		FIRE DAMP		
Nombre CAS	METHANE		MARSH GAS		
Nombre IUPAC	METHANE		METHYL HYDRIDE		
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)		REFRIGERANT 50		
Subfamilia	()				
Fórmula	CH4				
Estructura	CH4				
PARAMETROS DE ENTRADA					
Peso del material en la nube			2468.76138 kg		
Factor de Eficiencia Explosiva			0.03		
Límite Inferior de Explosividad			5%		
Límite Superior de Explosividad			15 %		
Calor de Combustión			50029 kJ/kg		
Calor de Combustión del TNT (RMP)			4680 kJ/kg		
Masa Equivalente en TNT			791.728609487308 kg		
Distancia mínima de cálculo			0.62352232724832		
Distancia máxima de cálculo			370.04292418298		
Distancia total del cálculo			369.419401855731		
PRESION CALCULADA A DISTANCIAS DE INTERÉS					
Distancia (m)	Presión (kPa)	Presión (psi)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
5.000000	4301.9831886	623.9550943	0.1623752	166.8103898	0.3138991
10.000000	1148.5450029	166.5837532	0.5386712	228.9185180	2.0096444
20.000000	237.5749060	34.4576132	1.9594833	124.9035565	2.0930370
30.000000	98.3686031	14.2672782	4.0596818	86.6165136	3.0092307
50.000000	37.7684936	5.4779024	9.2803929	55.2594663	3.8996946
70.000000	22.0972972	3.2049686	15.0063678	40.4907509	4.3741887
100.000000	13.3168675	1.9314644	23.8647961	28.7661181	4.9095458
150.000000	7.8863813	1.1438324	39.0178185	19.4360267	5.5808121
200.000000	5.5013602	0.7979115	54.5614039	14.7085992	6.0650353
DISTANCIAS CALCULADAS SEGUN LAS PRESIONES DE INTERÉS					
Presión (kPa)	Presión (psi)	Distancia (m)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
137.8940000	20.0000000	25.5569611	3.0622064	99.7882456	2.5999234
103.4205000	15.0000000	29.2805018	3.8923182	88.4784205	2.9550329
68.9470000	10.0000000	35.8571543	5.4905268	74.1406631	3.3676192
34.4735000	5.0000000	52.7967279	10.0640349	52.6017820	3.9775200
27.5788000	4.0000000	60.6057087	12.2866774	46.3417006	4.1712131
20.6841000	3.0000000	73.1774337	15.9340331	38.8236311	4.4377880
13.7894000	2.0000000	97.4569835	23.1065135	29.4913465	4.8688623
6.8947000	1.0000000	167.0433024	44.2813291	17.5166443	5.7630431
3.4473500	0.5000000	283.9465114	80.9068542	10.3847593	6.6462484



### Evento 30.4. Explosión no Confinada



#### SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

#### Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas

TITULO DEL MODELO					
Escenario No. 30. Evento 30.4					
DESCRIPCION					
Explosión no confinada originada por una fuga de gas natural, debido a la ruptura diámetro del 20% de la válvula de seccionamiento AC No. 21 de 6" de diámetro.					
DATOS DE LA SUSTANCIA					
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos			
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP			
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS			
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE			
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50			
Subfamilia	()				
Fórmula	CH4				
Estructura	CH4				
PARAMETROS DE ENTRADA					
Peso del material en la nube					98.748 kg
Factor de Eficiencia Explosiva					0.03
Límite Inferior de Explosividad					5%
Límite Superior de Explosividad					15%
Calor de Combustión					50029 kJ/kg
Calor de Combustión del TNT (RMP)					4680 kJ/kg
Masa Equivalente en TNT					31.668357 kg
Distancia mínima de cálculo					0.213239869095295
Distancia máxima de cálculo					126.551851095131
Distancia total del cálculo					126.338611226035
PRESION CALCULADA A DISTANCIAS DE INTERÉS					
Distancia (m)	Presión (kPa)	Presión (psi)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
5.0000000	488.3889927	70.8354233	1.0913775	168.5697044	2.1159474
10.0000000	103.7149707	15.0427097	3.8830562	88.5847930	2.9519334
20.0000000	29.1853102	4.2330065	11.6776701	47.8978281	4.1213070
30.0000000	15.9411132	2.3120822	20.2150704	32.6426534	4.7059721
50.0000000	8.1438796	1.1811797	37.8511034	19.9234341	5.5373659
70.0000000	5.3417888	0.7747674	56.0297100	14.3800245	6.1034573
100.0000000	3.3065108	0.4795728	83.5465805	10.0796687	6.6966905
150.0000000					
200.0000000					
DISTANCIAS CALCULADAS SEGÚN LAS PRESIONES DE INTERÉS					
Presión (kPa)	Presión (psi)	Distancia (m)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
137.8940000	20.0000000	8.7402853	3.0622064	99.7882456	2.5999234
103.4205000	15.0000000	10.0137078	3.8923182	88.4784205	2.9550329
68.9470000	10.0000000	12.2628726	5.4905268	74.1406631	3.3676192
34.4735000	5.0000000	18.0560773	10.0640349	52.6017820	3.9775200
27.5788000	4.0000000	20.7266891	12.2866774	46.3417006	4.1712131
20.6841000	3.0000000	25.0261229	15.9340331	38.8236311	4.4377880
13.7894000	2.0000000	33.3295433	23.1065135	29.4913465	4.8688623
6.8947000	1.0000000	57.1275324	44.2813291	17.5166443	5.7630431
3.4473500	0.5000000	97.1075361	80.9068542	10.3847593	6.6462484





### Radios de Afectación Eventos 30.3 y 30.4

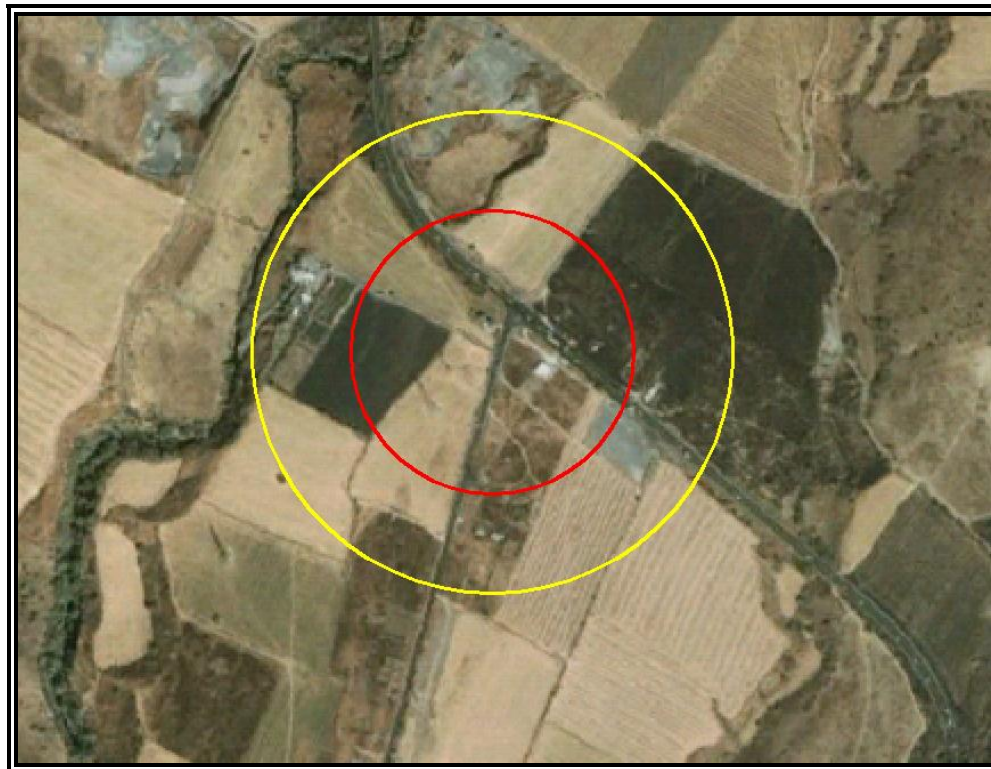
❖ Sobrepresión (Explosión):

#### Evento 30.3

Válvula de Seccionamiento No. 21 (Fuga del 100%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1.0 psi)	167,04
Zona de Amortiguamiento (ZA) (0.5 psi)	283,94

#### Evento 30.4

Válvula de Seccionamiento No. 21 (Fuga del 20%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1.0 psi)	57,12
Zona de Amortiguamiento (ZA) (0.5 psi)	97,10



**Figura VI.3.2.177** Evento 30.3 Explosión no Confinada (Sobrepresión). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1 PSI) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (0,5 PSI) en color amarillo.



**Figura VI.3.2.178** Evento 30.4 Explosión no Confinada (Sobrepresión). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1 PSI) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (0,5 PSI) en color amarillo.

**Radios de Afectación  
Eventos 30.5 y 30.6**

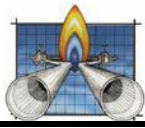
❖ Chorro Horizontal (Isoconcentraciones):

**Evento 30.5**

Válvula de Seccionamiento No. 21 (Fuga del 100%)	
Isoconcentraciones	Radios de Afectación (m)
10 000 ppm	114,48
50 000 ppm	15,39
150 000 ppm	0

**Evento 30.6**

Válvula de Seccionamiento No. 21 (Fuga del 20%)	
Isoconcentraciones	Radios de Afectación (m)
10 000 ppm	115,12
50 000 ppm	0
150 000 ppm	0



**Figura VI.3.2.179** Evento 30.5. Radios de concentraciones de Gas Natural en partes por millón (ppm).



**Figura VI.3.2.180** Evento 30.6. Radios de concentraciones de Gas Natural en partes por millón (ppm).

**Escenario 31: Válvula de Seccionamiento No. 22 en Acero al Carbón, con una rotura diametral del 100% y 20% de 6"Φ.**

Se presenta una fuga de Gas Natural en la Válvula de Seccionamiento No. 22 de 6"Φ en Acero al Carbón, la cual se encuentra instalada en el municipio de Ayala; dicha fuga es causada por una rotura en el gasoducto a causa de una sobrepresión en la línea de suministro.

Consideraciones.

- El tiempo máximo de respuesta por parte del personal operativo para mitigar la fuga en la Válvula de Seccionamiento de 6"Φ se considera de 15 minutos, debido a que las instalaciones cuentan con otras válvulas de bloqueo y medidores de presión que emiten señales a través del sistema de control de Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V.. Además de contar con vialidades existentes en la zona, lo que permite un acceso rápido a la instalación.
- El tipo de liberación de la fuga es continuo durante el tiempo que ocurre.
- A 60 segundos, después de haberse generado la fuga, el Gas Natural entra en contacto con una fuente de ignición (chispa), lo cual provoca un JET FIRE.
- El gas inflamable que se escapa por la rotura del gasoducto, forma una atmósfera explosiva la cual alcanza un punto de ignición (chispa) generado por un vehículo al transitar por la zona, a los 60 segundos de concentración de la nube, originando una explosión no confinada.





- El diámetro del orificio es de 152,4 mm para la rotura del 100% y de 30,48 mm para la rotura del 20% de la Válvula de Seccionamiento de 6"Φ.

Condiciones ambientales y de operación.

- Temperatura del Gas en la tubería: 25°C,
- Velocidad del viento: 1 m/s,
- Humedad relativa: 60%,
- Presión del gas en la tubería: 21,5 Kg/cm<sup>2</sup> (2 109,2 KPa)
- Altura de la fuente de emisión: 1 m.

**Evento 31.1. JET FIRE**



**SCRI-FUEGO**

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)

TITULO DEL MODELO		
Escenario No.31. Evento 31.1		
DESCRIPCION		
Chorro de fuego originado por una fuga de gas natural, ocasionada por la ruptura diametral del 100% de la válvula de seccionamiento AC No. 22 de 6" de diámetro.		
DATOS DE LA SUSTANCIA		
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50
Subfamilia	()	
Fórmula	CH4	
Estructura	CH4	
PARAMETROS DE ENTRADA		
Peso Molecular		16.04246 kg/kmol
Calor de Combustión		50029.0 kJ/kg
Concentración Estequiométrica		9.5 %
Temperatura de Ebullición		111.66 °K (-161.49 °C)
Humedad relativa		60.00 %
Temperatura ambiente		298.15 °K (25.00 °C)
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO		
Diámetro del orificio		0.1524 m
Presión en la tubería		2109200.0 Pa
Coefficiente de descarga		0.63
Longitud de la flama		32.353118 m
Tasa de emisión de masa		41.146023 kg /s
Clase de emisión		Flujo Sónico



## Evento 31.2. JET FIRE

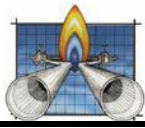


### SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

#### Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)

TITULO DEL MODELO		
Escenario No.31. Evento 31.2		
DESCRIPCION		
Chorro de fuego originado por una fuga de gas natural, ocasionada por la ruptura diametral del 20% de la válvula de seccionamiento AC No. 22 de 6" de diámetro.		
DATOS DE LA SUSTANCIA		
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50
Subfamilia	()	
Fórmula	CH4	
Estructura	CH4	
PARAMETROS DE ENTRADA		
Peso Molecular		16.04246 kg/kmol
Calor de Combustión		50029.0 kJ/kg
Concentración Estequiométrica		9.5 %
Temperatura de Ebullición		111.66 °K (-161.49 °C)
Humedad relativa		60.00 %
Temperatura ambiente		298.15 °K (25.00 °C)
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO		
Diámetro del orificio		0.03048 m
Presión en la tubería		2109200.0 Pa
Coefficiente de descarga		0.63
Longitud de la flama		6.470624 m
Tasa de emisión de masa		1.645841 kg /s
Clase de emisión		Flujo Sónico



### **Análisis de interacciones del Escenario 31.**

El presente escenario consiste en la formación de un Chorro de Fuego originado por una fuga de Gas Natural en el gasoducto, provocada por la ruptura diametral del 100% y 20% de la válvula de Seccionamiento No. 22 en Acero al Carbón de 6"Φ a causa de una sobrepresión en la línea de suministro, lo cual puede llegar a ser catastrófico para la infraestructura presente en la zona donde se suscita el evento. Por tal efecto, y con fundamento en el análisis de riesgo mediante la metodología de Árbol de Fallas, se utilizó el software Árbol de Fallas (FaultREASE; Arthur D Little. Hazard Prevention Magazine) (Ver Anexo No. 10 Árboles de Falla), para determinar la probabilidad de ocurrencia de un incendio en el gasoducto principal de transporte, involucrando causas probables, tales como: fallas de instrumentos y/o accesorios y del material de construcción, principalmente, de lo anterior, y como resultado final se tiene que la probabilidad de ocurrencia de un escenario como el que se plantea es de  $7 \times 10^{-6}$ , lo cual de acuerdo a la Fuente de información consultada, lo cataloga como improbable.

**Fuente: (1) Modelo de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones. Dinámica Heurística. 2005**

**(2) Loss Prevention in the Process Industries, Frank Pless, second Edition, 1996. Ed. HB Vol. I, II y III. Hazard Identification Assessment and Control**

**(3) Guidelines for Consequence Analysis of Chemical Releases. American Institute of Chemical Engineers (AIChE). 1999.**

**(4) Guideline for Hazard Evaluation Procedures, Second Edition, AIChE 1992.**

**(5) Fault Tree Handbook, U.S. Nuclear Regulatory Commission, 1981.**

A continuación se describen las interacciones que puede llegar a tener una fuga de gas natural que al entrar en contacto con una fuente de ignición se convierte en un Jet Fire (Chorro de Fuego), con la infraestructura presente (unidades médicas, instituciones educativas, viviendas e instalaciones de riesgo), describiendo las consecuencias en caso de presentarse dicho escenario.



**TABLA RESUMEN**

COMPAÑÍA DE AUTOABASTECEDORES DE GAS NATURAL DE MORELOS, S.A. DE C.V.				Escenario 31. AYALA, MORELOS								
% de Ruptura por un impacto.  Válvula de Seccionamiento No. 22  Ayala, Morelos.	Jet Fire  Eventos 31.1 y 31.2		Ver Figura VI.3.2.181 y VI.3.2.182		Explosión no confinada  Eventos 31.3 y 31.4		Ver Figuras VI.3.2.183 y VI.3.2.184		Chorro Horizontal  Eventos 31.5 y 31.6		Ver Figuras VI.3.2.185 y VI.3.2.186	
	Radios de afectación (R.A) (m)		Radiación Térmica (RT) Zonas de Riesgo (ZR)		Radios de Afectación (m)		Sobrepresión y Zonas de Riesgo.		Radios de Afectación (m)		Isoconcentración (ppm)	
	Evento al 100%	31.1	65,80	ZAR 5 Kw/m <sup>2</sup>	31.3	167,04	ZAR 1 psi	31.5	114,48	10 000		
	123,54		ZA 1.4 Kw/m <sup>2</sup>	283,94		ZA 0,5 psi	15,39		50 000			
Evento al 20%	31.2	14,15	ZAR	31.4	57,12	ZAR	115,12		10 000			
		26,50	ZA		97,10	ZA	0	50 000				
								0	150 000			

<b>Efectos sobre la población y/o infraestructura existentes en la ZA y ZAR</b>	
Jet Fire (Ver Figura VI.3.2.181 y VI.3.2.182)	<p>⌘ <u>Infraestructura dentro de la ZAR (71 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 65,8 m).</u> - Vehículos que transiten por las vialidades del parque Industrial de Cuautla.</p> <p>⌘ <u>Personas que transiten por las vialidades del parque industrial Cuautla, mismas que se encuentren dentro de la ZAR (71 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 65,8 m), al momento que ocurra el siniestro:</u> - A los 13 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo, - A los 40 segundos, presentarán quemaduras de segundo grado, considerando también asfixia por la disminución de Oxígeno y la exposición a los humos generados por el incendio.</p> <p>⌘ <u>Infraestructura presente en la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 65,8 hasta 123,54 m).</u> - Vehículos que transiten por las vialidades del parque Industrial de Cuautla que se encuentren dentro de la ZA al momento en que ocurra el siniestro.</p> <p>⌘ <u>Personas que transiten por las vialidades del parque industrial Cuautla, mismas que se encuentren dentro de la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 65,8 hasta 123,54 m), al momento que ocurra el siniestro:</u> - A los 115 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo en la piel expuesta, - Después de 663 segundos (11.05 min.), presentarán quemaduras de segundo grado.</p>
Explosión no Confinada (Ver Figura VI.3.2.183 y	<p>⌘ <u>Infraestructura y habitantes presentes en la ZAR (624 psi a 1 psi en un radio de 0 m hasta 167,04 m) y ZA (1 psi a 0,5 psi en un radio a partir de 167,04 m hasta 283,94 m).</u> - Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 160 y que se encuentren dentro de la ZAR y ZA al momento en que ocurra la explosión,</p>





<b>VI.3.2.184)</b>	- Instalaciones de una empresa localizada en dirección Sureste a 282 m de distancia de la válvula de seccionamiento No. 22.	
	<b>Sobrepresión</b>	<b>Daño esperado</b>
	1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.
	2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.
	3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.
	4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.
	5.0	Postes de madera arrancados
	7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga
	9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.
	10.0	Posible destrucción total de edificios.
<b>Chorro Horizontal (Ver Figura VI.3.2.185 y VI.3.2.186)</b>	Daños en la salud de los habitantes localizados dentro de cualquiera de los radios de afectación, ya que de acuerdo a la <b>OSHA (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional)</b> , el gas natural se considera como un asfixiante simple a cualquier concentración, por lo que no se establecen tiempos máximos permisibles de exposición a dicha sustancia de acuerdo a la NOM-010-STPS-1999.	

Por lo anterior, Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V. deberá de:

- Realizar celajes diarios por parte de técnicos capacitados (equipados con Radio con frecuencia controlada y con teléfono celular) y contar con registros de las verificaciones a realizar en cada uno de los recorridos por las instalaciones,
- Contar con un sistema de comunicación directa con oficinas de ELEC NOR, para reportar cualquier falla en el suministro de Gas, así como cualquier emergencia que requiera el cierre del Gasoducto operado por ELEC NOR. Así mismo mantener comunicación permanente mediante Radio de frecuencia controlada con el personal responsable de la operación del Gasoducto,
- Elaborar y poner en práctica un programa de capacitación dirigido al personal operativo, en relación a los procedimientos establecidos para la ejecución de las actividades de mantenimiento,
- Elaborar y poner en práctica una lista de verificación de tuberías, con el objeto de llevar un control en cuanto a la integridad mecánica de las mismas,
- Las actividades de verificación visual, se deberán realizar diariamente, y al detectar alguna anomalía en la instalación, actuar correctamente con apego a los procedimientos establecidos,
- Instalar letreros y señalamientos alusivos al peligro que representa la instalación, con el objeto de alertar a las personas que transitan por dicha zona.

### Radios de Afectación Eventos 31.1 y 31.2

Incendio (Radiación Térmica):

#### Evento 31.1

Válvula de Seccionamiento No. 22 (Fuga del 100%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR)	65,80

#### Evento 31.2

Válvula de Seccionamiento No. 22 (Fuga del 20%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR)	14,15



(5 KW/m <sup>2</sup> ) Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m <sup>2</sup> )	123,54
--	--------

(5 KW/m <sup>2</sup> ) Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m <sup>2</sup> )	26,50
--	-------



**Figura VI.3.2.181** Evento 31.1 Incendio (Radiación Térmica). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m<sup>2</sup>) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m<sup>2</sup>) en color amarillo.



**Figura VI.3.2.182** Evento 31.2 Incendio (Radiación Térmica). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m<sup>2</sup>) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m<sup>2</sup>) en color amarillo.

**Evento 31.3. Explosión no Confinada.**



**SCRI-FUEGO**

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas

TITULO DEL MODELO					
Escenario No. 31. Evento 31.3					
DESCRIPCION					
Explosión no confinada originada por una fuga de gas natural, debido a la ruptura diámetro del 100% de la válvula de seccionamiento AC No. 22 de 6" de diámetro.					
DATOS DE LA SUSTANCIA					
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos			
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP			
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS			
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE			
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50			
Subfamilia	()				
Fórmula	CH4				
Estructura	CH4				
PARAMETROS DE ENTRADA					
Peso del material en la nube				2468.76138 kg	
Factor de Eficiencia Explosiva				0.03	
Límite Inferior de Explosividad				5%	
Límite Superior de Explosividad				15%	
Calor de Combustión				50029 kJ/kg	
Calor de Combustión del TNT (RMP)				4680 kJ/kg	
Masa Equivalente en TNT				791.728609487308 kg	
Distancia mínima de cálculo				0.62352232724832	
Distancia máxima de cálculo				370.04292418298	
Distancia total de cálculo				369.419401855731	
PRESION CALCULADA A DISTANCIAS DE INTERÉS					
Distancia (m)	Presión (kPa)	Presión (psi)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
5.0000000	4301.9831886	623.9550943	0.1623752	166.8103898	0.3138991

S  
A



### Evento 31.4. Explosión no Confinada



#### SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

#### Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas

TITULO DEL MODELO					
Escenario No. 31. Evento 31.4					
DESCRIPCION					
Explosión no confinada originada por una fuga de gas natural, debido a la ruptura diametral del 20% de la válvula de seccionamiento AC No. 22 de 6" de diámetro.					
DATOS DE LA SUSTANCIA					
Nombre	METANO (METHANE)		Sinónimos		
No. CAS	74-82-8		FIRE DAMP		
Nombre CAS	METHANE		MARSH GAS		
Nombre IUPAC	METHANE		METHYL HYDRIDE		
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)		REFRIGERANT 50		
Subfamilia	()				
Fórmula	CH4				
Estructura	CH4				
PARAMETROS DE ENTRADA					
Peso del material en la nube			98.748 kg		
Factor de Eficiencia Explosiva			0.03		
Límite Inferior de Explosividad			5%		
Límite Superior de Explosividad			15%		
Calor de Combustión			50029 kJ/kg		
Calor de Combustión del TNT (RMP)			4680 kJ/kg		
Masa Equivalente en TNT			31.668357 kg		
Distancia mínima de cálculo			0.213239869095295		
Distancia máxima de cálculo			126.551851095131		
Distancia total del cálculo			126.338611226035		
PRESION CALCULADA A DISTANCIAS DE INTERÉS					
Distancia (m)	Presión (kPa)	Presión (psi)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
5.0000000	488.3889927	70.8354233	1.0913775	168.5697044	2.1159474
10.0000000	103.7149707	15.0427097	3.8830562	88.5847930	2.9519334





**Radios de Afectación  
Eventos 31.3 y 31.4**

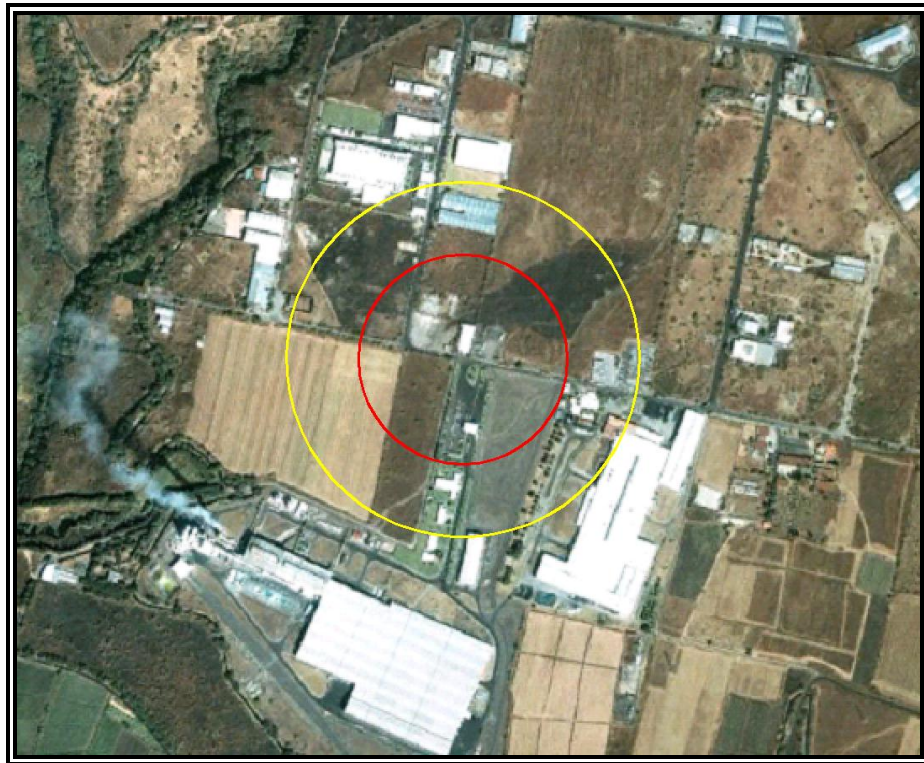
❖ Sobrepresión (Explosión):

**Evento 31.3**

Válvula de Seccionamiento No. 22 (Fuga del 100%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1.0 psi)	167,04
Zona de Amortiguamiento (ZA) (0.5 psi)	283,94

**Evento 31.4**

Válvula de Seccionamiento No. 22 (Fuga del 20%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1.0 psi)	57,12
Zona de Amortiguamiento (ZA) (0.5 psi)	97.10



**Figura VI.3.2.183** Evento 31.3 Explosión no Confinada (Sobrepresión). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1 PSI) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (0,5 PSI) en color amarillo.



**Figura VI.3.2.184** Evento 31.4 Explosión no Confinada (Sobrepresión). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1 PSI) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (0,5 PSI) en color amarillo.

**Radios de Afectación  
Eventos 31.5 y 31.6**

❖ Chorro Horizontal (Isoconcentraciones):

**Evento 31.5**

Válvula de Seccionamiento No. 22 (Fuga del 100%)	
Isoconcentraciones	Radios de Afectación (m)
10 000 ppm	114,48
50 000 ppm	15,39
150 000 ppm	0

**Evento 31.6**

Válvula de Seccionamiento No. 22 (Fuga del 20%)	
Isoconcentraciones	Radios de Afectación (m)
10 000 ppm	115,12
50 000 ppm	0
150 000 ppm	0

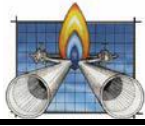


**Figura VI.3.2.185** Evento 31.5. Radios de concentraciones de Gas Natural en partes por millón (ppm).



**Figura VI.3.2.186** Evento 31.6. Radios de concentraciones de Gas Natural en partes por millón (ppm).





**Escenario 32: Válvula de Seccionamiento No. 23 en Acero al Carbón, con una rotura diametral del 100% y 20% de 6"Φ.**

Se presenta una fuga de Gas Natural en la Válvula de Seccionamiento No. 23 de 6"Φ en Acero al Carbón, la cual se encuentra instalada en el municipio de Ayala; dicha fuga es causada por una rotura en el gasoducto a causa de una sobrepresión en la línea de suministro.

Consideraciones.

- El tiempo máximo de respuesta por parte del personal operativo para mitigar la fuga en la Válvula de Seccionamiento de 6"Φ se considera de 15 minutos, debido a que las instalaciones cuentan con otras válvulas de bloqueo y medidores de presión que emiten señales a través del sistema de control de Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V.. Además de contar con vialidades existentes en la zona, lo que permite un acceso rápido a la instalación.
- El tipo de liberación de la fuga es continuo durante el tiempo que ocurre.
- A 60 segundos, después de haberse generado la fuga, el Gas Natural entra en contacto con una fuente de ignición (chispa), lo cual provoca un JET FIRE.
- El gas inflamable que se escapa por la rotura del gasoducto, forma una atmósfera explosiva la cual alcanza un punto de ignición (chispa) generado por un vehículo al transitar por la zona, a los 60 segundos de concentración de la nube, originando una explosión no confinada.
- El diámetro del orificio es de 152,4 mm para la rotura del 100% y de 30,48 mm para la rotura del 20% de la Válvula de Seccionamiento de 6"Φ.

Condiciones ambientales y de operación.

- Temperatura del Gas en la tubería: 25°C,
- Velocidad del viento: 1 m/s,
- Humedad relativa: 60%,
- Presión del gas en la tubería: 21,5 Kg/cm<sup>2</sup> (2 109,2 KPa)
- Altura de la fuente de emisión: 1 m.



Evento 32.1. JET FIRE



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)

TITULO DEL MODELO			
Escenario No.32. Evento 32.1			
DESCRIPCION			
Chorro de fuego originado por una fuga de gas natural, ocasionada por la ruptura diametral del 100% de la válvula de seccionamiento AC No. 23 de 6" de diámetro.			
DATOS DE LA SUSTANCIA			
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos	
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP	
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS	
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE	
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50	
Subfamilia	()		
Fórmula	CH4		
Estructura	CH4		
PARÁMETROS DE ENTRADA			
Peso Molecular		16.04246 kg/kmol	
Calor de Combustión		50029.0 kJ/kg	
Concentración Estequiométrica		9.5 %	
Temperatura de Ebullición		111.66 °K (-161.49 °C)	
Humedad relativa		60.00 %	
Temperatura ambiente		298.15 °K (25.00 °C)	
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO			
Diámetro del orificio		0.1524 m	
Presión en la tubería		2109200.0 Pa	
Coefficiente de descarga		0.63	
Longitud de la flama		32.353118 m	
Tasa de emisión de masa		41.146023 kg /s	
Clase de emisión		Flujo Sónico	
RADIACIÓN CALCULADA A DISTANCIAS ESPECÍFICAS			
Distancia a nivel de piso (m)	Distancia a fuente puntual (m)	Transmisividad	Radiación (kW/m2)
10.000	19.018	0.79	71.1074
25.000	29.777	0.75	27.8579
50.000	52.552	0.72	8.4984
60.000	62.142	0.71	5.9867
70.000	71.845	0.70	4.4208
80.000	81.619	0.69	3.3863
90.000	91.442	0.68	2.6704
100.000	101.300	0.68	2.1560
150.000	150.870	0.65	0.9377
200.000	200.653	0.64	0.5167
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECÍFICOS			
Radiación (kW/m2)	Distancia (m)	Dosis (W/m2) <sup>4/3</sup> tiempo de exposición= 60.00s	Dosis (W/m2) <sup>4/3</sup> tiempo de duración= 840.00 s
1.4000 E+00	1.2354 E+02	9.3970 E+05	1.3156 E+07
3.0000 E+00	8.4996 E+01	2.5960 E+06	3.6345 E+07
5.0000 E+00	6.5800 E+01	5.1299 E+06	7.1819 E+07
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE DOSIS DE RADIACIÓN ESPECÍFICAS			
Dosis (W/m2) <sup>3/4</sup>	Distancia (m)		
9.3970 E+05	3.2084 E+02		
2.5960 E+06	2.2249 E+02		
5.1299 E+06	1.7395 E+02		



Evento 32.2. JET FIRE



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)

TITULO DEL MODELO			
Escenario No.32. Evento 32.2			
DESCRIPCION			
Chorro de fuego originado por una fuga de gas natural, ocasionada por la ruptura diametral del 20% de la válvula de seccionamiento AC No. 23 de 6" de diámetro.			
DATOS DE LA SUSTANCIA			
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos	
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP	
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS	
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE	
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50	
Subfamilia	()		
Fórmula	CH4		
Estructura	CH4		
PARAMETROS DE ENTRADA			
Peso Molecular		16.04246 kg/kmol	
Calor de Combustión		50029.0 kJ/kg	
Concentración Estequiométrica		9.5 %	
Temperatura de Ebullición		111.66 °K (-161.49 °C)	
Humedad relativa		60.00 %	
Temperatura ambiente		298.15 °K (25.00 °C)	
CARACTERISTICAS DEL FUEGO			
Diámetro del orificio		0.03048 m	
Presión en la tubería		2109200.0 Pa	
Coefficiente de descarga		0.63	
Longitud de la flama		6.470624 m	
Tasa de emisión de masa		1.645841 kg /s	
Clase de emisión		Flujo Sónico	
RADIACION CALCULADA A DISTANCIAS ESPECIFICAS			
Distancia a nivel de piso (m)	Distancia a fuente puntual (m)	Transmisividad	Radiación (kW/m2)
10.000	10.510	0.83	9.8231
25.000	25.208	0.77	1.5783
50.000	50.105	0.72	0.3756
60.000	60.087	0.71	0.2569
70.000	70.075	0.70	0.1863
80.000	80.065	0.69	0.1410
90.000	90.058	0.68	0.1103
100.000	100.052	0.68	0.0885
150.000	150.035	0.65	0.0379
200.000	200.026	0.64	0.0208
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACION ESPECIFICOS			
Radiación (kW/m2)	Distancia (m)	Dosis (W/m2)^4/3 tiempo de exposición= 60.00s	Dosis (W/m2)^4/3 tiempo de duración= 840.00 s
1.4000 E+00	2.6507 E+01	9.3970 E+05	1.3156 E+07
3.0000 E+00	1.8259 E+01	2.5960 E+06	3.6345 E+07
5.0000 E+00	1.4157 E+01	5.1299 E+06	7.1819 E+07
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE DOSIS DE RADIACION ESPECIFICAS			
Dosis (W/m2)^3/4		Distancia (m)	
9.3970 E+05		6.8774 E+01	
2.5960 E+06		4.7701 E+01	
5.1299 E+06		3.7302 E+01	



### Análisis de interacciones del Escenario 32.

El presente escenario consiste en la formación de un Chorro de Fuego originado por una fuga de Gas Natural en el gasoducto, provocada por la ruptura diametral del 100% y 20% de la válvula de Seccionamiento No. 23 en Acero al Carbón de 6"Φ a causa de una sobrepresión en la línea de suministro, lo cual puede llegar a ser catastrófico para la infraestructura presente en la zona donde se suscita el evento. Por tal efecto, y con fundamento en el análisis de riesgo mediante la metodología de Árbol de Fallas, se utilizó el software Árbol de Fallas (FaultREASE; Arthur D Little. Hazard Prevention Magazine) (Ver Anexo No. 10 Árboles de Falla), para determinar la probabilidad de ocurrencia de un incendio en el gasoducto principal de transporte, involucrando causas probables, tales como: fallas de instrumentos y/o accesorios y del material de construcción, principalmente, de lo anterior, y como resultado final se tiene que la probabilidad de ocurrencia de un escenario como el que se plantea es de  $7 \times 10^{-6}$ , lo cual de acuerdo a la Fuente de información consultada, lo cataloga como improbable.

- Fuente: (1) Modelo de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones. Dinámica Heurística. 2005  
 (2) Loss Prevention in the Process Industries, Frank P less, second Edition, 1996. Ed. HB Vol. I, II y III. Hazard Identification Assessment and Control  
 (3) Guidelines for Consequence Analysis of Chemical Releases. American Institute of Chemical Engineers (AIChE). 1999.  
 (4) Guideline for Hazard Evaluation Procedures, Second Edition, AIChE 1992.  
 (5) Fault Tree Handbook, U.S. Nuclear Regulatory Commission, 1981.

A continuación se describen las interacciones que puede llegar a tener una fuga de gas natural que al entrar en contacto con una fuente de ignición se convierte en un Jet Fire (Chorro de Fuego), con la infraestructura presente (unidades médicas, instituciones educativas, viviendas e instalaciones de riesgo), describiendo las consecuencias en caso de presentarse dicho escenario.

**TABLA RESUMEN**

COMPAÑÍA DE AUTOABASTECEDORES DE GAS NATURAL DE MORELOS, S.A. DE C.V.				Escenario 32. AYALA, MORELOS								
% de Ruptura por un impacto.  Válvula de Seccionamiento No. 23  Ayala, Morelos.	Jet Fire  Eventos 32.1 y 32.2		Ver Figura VI.3.2.187 y VI.3.2.188		Explosión no confinada  Eventos 32.3 y 32.4		Ver Figuras VI.3.2.189 y VI.3.2.190		Chorro Horizontal  Eventos 32.5 y 32.6		Ver Figuras VI.3.2.191 y VI.3.2.192	
	Radios de afectación (R.A) (m)		Radiación Térmica (RT) Zonas de Riesgo (ZR)		Radios de Afectación (m)		Sobrepresión y Zonas de Riesgo.		Radios de Afectación (m)		Isoconcentración (ppm)	
	Evento al 100%	32.1	65,80	ZAR 5 Kw/m <sup>2</sup>	32.3	167,04	ZAR 1 psi	32.5	114,48	10 000		
	123,54		ZA 1.4 Kw/m <sup>2</sup>	283,94		ZA 0,5 psi	15,39		50 000			
							0		150 000			
Evento al 20%	32.2	14,15	ZAR	32.4	57,12	ZAR	32.6	115,12	10 000			
		26,50	ZA		97,10	ZA		0	50 000			
									0	150 000		





Efectos sobre la población y/o infraestructura existentes en la ZA y ZAR																			
Jet Fire (Ver Figura VI.3.2.187 y VI.3.2.188)	<p>⌘ <u>Infraestructura dentro de la ZAR (71 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 65,8 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por las vialidades del parque Industrial de Cuautla.</li> </ul> <p>⌘ <u>Personas que transiten por las vialidades del parque industrial Cuautla, mismas que se encuentren dentro de la ZAR (71 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 65,8 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 13 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo,</li> <li>- A los 40 segundos, presentarán quemaduras de segundo grado, considerando también asfixia por la disminución de Oxígeno y la exposición a los humos generados por el incendio.</li> </ul> <p>⌘ <u>Infraestructura presente en la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 65,8 hasta 123,54 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por las vialidades del parque Industrial de Cuautla que se encuentren dentro de la ZA al momento en que ocurra el siniestro.</li> </ul> <p>⌘ <u>Personas que transiten por las vialidades del parque industrial Cuautla, mismas que se encuentren dentro de la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 65,8 hasta 123,54 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 115 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo en la piel expuesta,</li> <li>- Después de 663 segundos (11.05 min.), presentarán quemaduras de segundo grado.</li> </ul>																		
	<p>⌘ <u>Infraestructura y habitantes presentes en la ZAR (624 psi a 1 psi en un radio de 0 m hasta 167,04 m) y ZA (1 psi a 0,5 psi en un radio a partir de 167,04 m hasta 283,94 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 160 y que se encuentren dentro de la ZAR y ZA al momento en que ocurra la explosión,</li> <li>- Instalaciones de una empresa localizada en dirección Sureste a 230 m de distancia de la válvula de seccionamiento No. 23.</li> </ul>																		
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Sobrepresión</th> <th>Daño esperado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.0</td> <td>Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.</td> </tr> <tr> <td>2.0</td> <td>Colapso parcial de muros y techos de casas.</td> </tr> <tr> <td>3.0</td> <td>Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.</td> </tr> <tr> <td>4.0</td> <td>Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.</td> </tr> <tr> <td>5.0</td> <td>Postes de madera arrancados</td> </tr> <tr> <td>7.0</td> <td>Volcadura de carros de ferrocarril con carga</td> </tr> <tr> <td>9.0</td> <td>Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.</td> </tr> <tr> <td>10.0</td> <td>Posible destrucción total de edificios.</td> </tr> </tbody> </table>	Sobrepresión	Daño esperado	1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.	2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.	3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.	4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.	5.0	Postes de madera arrancados	7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga	9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.	10.0	Posible destrucción total de edificios.
	Sobrepresión	Daño esperado																	
1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.																		
2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.																		
3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.																		
4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.																		
5.0	Postes de madera arrancados																		
7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga																		
9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.																		
10.0	Posible destrucción total de edificios.																		
<p>Chorro Horizontal (Ver Figura VI.3.2.191 y VI.3.2.192)</p> <p>Daños en la salud de los habitantes localizados dentro de cualquiera de los radios de afectación, ya que de acuerdo a la <b>OSHA (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional)</b>, el gas natural se considera como un asfixiante simple a cualquier concentración, por lo que no se establecen tiempos máximos permisibles de exposición a dicha sustancia de acuerdo a la NOM-010-STPS-1999.</p>																			

Por lo anterior, Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V. deberá de:

- Realizar celajes diarios por parte de técnicos capacitados (equipados con Radio con frecuencia controlada y con teléfono celular) y contar con registros de las verificaciones a realizar en cada uno de los recorridos por las instalaciones,



- Contar con un sistema de comunicación directa con oficinas de ELECENOR, para reportar cualquier falla en el suministro de Gas, así como cualquier emergencia que requiera el cierre del Gasoducto operado por ELECENOR. Así mismo mantener comunicación permanente mediante Radio de frecuencia controlada con el personal responsable de la operación del Gasoducto,
- Elaborar y poner en práctica un programa de capacitación dirigido al personal operativo, en relación a los procedimientos establecidos para la ejecución de las actividades de mantenimiento,
- Elaborar y poner en práctica una lista de verificación de tuberías, con el objeto de llevar un control en cuanto a la integridad mecánica de las mismas,
- Las actividades de verificación visual, se deberán realizar diariamente, y al detectar alguna anomalía en la instalación, actuar correctamente con apego a los procedimientos establecidos,
- Instalar letreros y señalamientos alusivos al peligro que representa la instalación, con el objeto de alertar a las personas que transitan por dicha zona.

**Radios de Afectación  
Eventos 32.1 y 32.2**

Incendio (Radiación Térmica):

**Evento 32.1**

<b>Válvula de Seccionamiento No. 23 (Fuga del 100%)</b>	
<b>Zonas de Riesgo</b>	<b>Radios de Afectación (m)</b>
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m <sup>2</sup> )	65,80
Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m <sup>2</sup> )	123,54

**Evento 32.2**

<b>Válvula de Seccionamiento No. 23 (Fuga del 20%)</b>	
<b>Zonas de Riesgo</b>	<b>Radios de Afectación (m)</b>
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m <sup>2</sup> )	14,15
Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m <sup>2</sup> )	26,50



**Figura VI.3.2.187** Evento 32.1 Incendio (Radiación Térmica). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m<sup>2</sup>) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m<sup>2</sup>) en color amarillo.





Figura VI.3.2.188 Evento 32.2 Incendio (Radiación Térmica). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m<sup>2</sup>) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m<sup>2</sup>) en color amarillo.

**Evento 32.3. Explosión no Confinada.**



**SCRI-FUEGO**

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas

TITULO DEL MODELO					
Escenario No. 32. Evento 32.3					
DESCRIPCION					
Explosión no confinada originada por una fuga de gas natural, debido a la ruptura diámetro del 100% de la válvula de seccionamiento AC No. 23 de 6" de diámetro.					
DATOS DE LA SUSTANCIA					
Nombre	METANO (METHANE)		Sinónimos		
No. CAS	74-82-8		FIRE DAMP		
Nombre CAS	METHANE		MARSH GAS		
Nombre IUPAC	METHANE		METHYL HYDRIDE		
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)		REFRIGERANT 50		
Subfamilia	()				
Fórmula	CH4				
Estructura	CH4				
PARAMETROS DE ENTRADA					
Peso del material en la nube			2468.76138 kg		
Factor de Eficiencia Explosiva			0.03		
Límite Inferior de Explosividad			5%		
Límite Superior de Explosividad			15 %		
Calor de Combustión			50029 kJ/kg		
Calor de Combustión del TNT (RMP)			4680 kJ/kg		
Masa Equivalente en TNT			791.728609487308 kg		
Distancia mínima de cálculo			0.62352232724832		
Distancia máxima de cálculo			370.04292418298		
Distancia total del cálculo			369.419401855731		
PRESION CALCULADA A DISTANCIAS DE INTERÉS					
Distancia (m)	Presión (kPa)	Presión (psi)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
5.0000000	4301.9831886	623.9550943	0.1623752	166.8103898	0.3138991
10.0000000	1148.5450029	166.5837532	0.5386712	228.9185180	2.0096444
20.0000000	237.5749060	34.4576132	1.9594833	124.9035565	2.0930370
30.0000000	98.3686031	14.2672782	4.0596818	86.6165136	3.0092307
50.0000000	37.7684936	5.4779024	9.2803929	55.2594663	3.8996946
70.0000000	22.0972972	3.2049686	15.0063678	40.4907509	4.3741887
100.0000000	13.3168675	1.9314644	23.8647961	28.7661181	4.9095458
150.0000000	7.8863813	1.1438324	39.0178185	19.4360267	5.5808121
200.0000000	5.5013602	0.7979115	54.5614039	14.7085992	6.0650353
DISTANCIAS CALCULADAS SEGÚN LAS PRESIONES DE INTERÉS					
Presión (kPa)	Presión (psi)	Distancia (m)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
137.8940000	20.0000000	25.5569611	3.0622064	99.7882456	2.5999234
103.4205000	15.0000000	29.2805018	3.8923182	88.4784205	2.9550329
68.9470000	10.0000000	35.8571543	5.4905268	74.1406631	3.3676192
34.4735000	5.0000000	52.7967279	10.0640349	52.6017820	3.9775200
27.5788000	4.0000000	60.6057087	12.2866774	46.3417006	4.1712131
20.6841000	3.0000000	73.1774337	15.9340331	38.8236311	4.4377880
13.7894000	2.0000000	97.4569835	23.1065135	29.4913465	4.8688623
6.8947000	1.0000000	167.0433024	44.2813291	17.5166443	5.7630431
3.4473500	0.5000000	283.9465114	80.9068542	10.3847593	6.6462484





## Evento 32.4. Explosión no Confinada



### SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

#### Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas

TITULO DEL MODELO					
Escenario No. 32. Evento 32.4					
DESCRIPCION					
Explosión no confinada originada por una fuga de gas natural, debido a la ruptura diámetro del 20% de la válvula de seccionamiento AC No. 23 de 6" de diámetro.					
DATOS DE LA SUSTANCIA					
Nombre	METANO (METHANE)		Sinónimos		
No. CAS	74-82-8		FIRE DAMP		
Nombre CAS	METHANE		MARSH GAS		
Nombre IUPAC	METHANE		METHYL HYDRIDE		
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)		REFRIGERANT 50		
Subfamilia	()				
Fórmula	CH4				
Estructura	CH4				
PARAMETROS DE ENTRADA					
Peso del material en la nube			98.748 kg		
Factor de Eficiencia Explosiva			0.03		
Límite Inferior de Explosividad			5%		
Límite Superior de Explosividad			15 %		
Calor de Combustión			50029 kJ/kg		
Calor de Combustión del TNT (RMP)			4680 kJ/kg		
Masa Equivalente en TNT			31.668357 kg		
Distancia mínima de cálculo			0.213239869095295		
Distancia máxima de cálculo			126.551851095131		
Distancia total del cálculo			126.338611226035		
PRESION CALCULADA A DISTANCIAS DE INTERÉS					
Distancia (m)	Presión (kPa)	Presión (psi)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
5.000000	488.3889927	70.8354233	1.0913775	168.5697044	2.1159474
10.000000	103.7149707	15.0427097	3.8830562	88.5847930	2.9519334
20.000000	29.1853102	4.2330065	11.6776701	47.8978281	4.1213070
30.000000	15.9411132	2.3120822	20.2150704	32.6426534	4.7059721
50.000000	8.1438796	1.1811797	37.8511034	19.9234341	5.5373659
70.000000	5.3417888	0.7747674	56.0297100	14.3800245	6.1034573
100.000000	3.3065108	0.4795728	83.5465805	10.0796687	6.6966905
150.000000					
200.000000					
DISTANCIAS CALCULADAS SEGÚN LAS PRESIONES DE INTERÉS					
Presión (kPa)	Presión (psi)	Distancia (m)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
137.8940000	20.0000000	8.7402853	3.0622064	99.7882456	2.5999234
103.4205000	15.0000000	10.0137078	3.8923182	88.4784205	2.9550329
68.9470000	10.0000000	12.2628726	5.4905268	74.1406631	3.3676192
34.4735000	5.0000000	18.0560773	10.0640349	52.6017820	3.9775200
27.5788000	4.0000000	20.7266891	12.2866774	46.3417006	4.1712131
20.6841000	3.0000000	25.0261229	15.9340331	38.8236311	4.4377880
13.7894000	2.0000000	33.3295433	23.1065135	29.4913465	4.8688623
6.8947000	1.0000000	57.1275324	44.2813291	17.5166443	5.7630431
3.4473500	0.5000000	97.1075361	80.9068542	10.3847593	6.6462484



### Radios de Afectación Eventos 32.3 y 32.4

❖ Sobrepresión (Explosión):

#### Evento 32.3

Válvula de Seccionamiento No. 23 (Fuga del 100%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1.0 psi)	167,04
Zona de Amortiguamiento (ZA) (0.5 psi)	283,94

#### Evento 32.4

Válvula de Seccionamiento No. 23 (Fuga del 20%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1.0 psi)	57,12
Zona de Amortiguamiento (ZA) (0.5 psi)	97,10



**Figura VI.3.2.189** Evento 32.3 Explosión no Confinada (Sobrepresión). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1 PSI) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (0,5 PSI) en color amarillo.



**Figura VI.3.2.190** Evento 32.4 Explosión no Confinada (Sobrepresión). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1 PSI) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (0,5 PSI) en color amarillo.

**Radios de Afectación  
Eventos 32.5 y 32.6**

❖ Chorro Horizontal (Isoconcentraciones):

**Evento 32.5**

Válvula de Seccionamiento No. 23 (Fuga del 100%)	
Isoconcentraciones	Radios de Afectación (m)
10 000 ppm	114,48
50 000 ppm	15,39
150 000 ppm	0

**Evento 32.6**

Válvula de Seccionamiento No. 23 (Fuga del 20%)	
Isoconcentraciones	Radios de Afectación (m)
10 000 ppm	115,12
50 000 ppm	0
150 000 ppm	0





Figura VI.3.2.191 Evento 32.5. Radios de concentraciones de Gas Natural en partes por millón (ppm).







**Figura VI.3.2.192** Evento 32.6. Radios de concentraciones de Gas Natural en partes por millón (ppm).

**Escenario 33: Cadenamiento 42+500 de la trayectoria del gasoducto de acero al carbón de 8"Φ en el municipio de Jiutepec, con una rotura diametral del 100% y 20%.**

Se presenta una fuga de Gas Natural en el cadenamiento 42+500 de la trayectoria del gasoducto de acero al carbón de 8"Φ en el municipio de Jiutepec; dicha fuga es causada por una rotura en el gasoducto a causa del impacto con maquinaria pesada debido a los trabajos no autorizados de excavación en el derecho de vía del gasoducto.

Consideraciones.

- El tiempo máximo de respuesta por parte del personal operativo para mitigar la fuga en el gasoducto de 8"Φ se considera de 15 minutos, debido a que se cuenta con válvulas de bloqueo y medidores de presión que emiten señales a través del sistema de control de Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V.. Además de contar con vialidades existentes en la zona, lo que permite un acceso rápido a la instalación.
- El tipo de liberación de la fuga es continuo durante el tiempo que ocurre.
- A 60 segundos, después de haberse generado la fuga, el Gas Natural entra en contacto con una fuente de ignición (chispa), lo cual provoca un JET FIRE.
- El gas inflamable que se escapa por la rotura del gasoducto, forma una atmósfera explosiva la cual alcanza un punto de ignición (chispa) generado por un vehículo al transitar por la zona, a los 60 segundos de concentración de la nube, originando una explosión no confinada.
- El diámetro del orificio es de 203,2 mm para la rotura del 100% y de 40,64 mm para la rotura del 20% del gasoducto de 8"Φ.

Condiciones ambientales y de operación.

- Temperatura del Gas en la tubería: 25°C,
- Velocidad del viento: 1 m/s,
- Humedad relativa: 60%,
- Presión del gas en la tubería: 21,5 Kg/cm<sup>2</sup> (2 109,2 KPa)
- Altura de la fuente de emisión: 1 m.



Evento 33.1. JET FIRE



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)

TITULO DEL MODELO			
Escenario No. 33. Evento 33.1			
DESCRIPCION			
Chorro de fuego ocasionado por una fuga de gas natural provocada por la ruptura diametral del 100% del gasoducto de 8" de diámetro en el cadenamiento 42 + 500.			
DATOS DE LA SUSTANCIA			
Nombre No.	METANO (METHANE)	Sinónimos	
CAS Nombre	74-82-8	FIRE DAMP	
CAS Nombre	METHANE	MARSH GAS	
IUPAC Familia	METHANE	METHYL HYDRIDE	
Subfamilia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50	
Fórmula	()		
Estructura	CH4		
	CH4		
PARAMETROS DE ENTRADA			
Peso Molecular		16.04246 kg/kmol	
Calor de Combustión		50029.0 kJ/kg	
Concentración Estequiométrica		9.5 %	
Temperatura de Ebullición		111.66 K (-161.49 °C)	
Humedad relativa		60.00 %	
Temperatura ambiente		298.15 K (25.00 °C)	
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO			
Diámetro del orificio		0.2032 m	
Presión en la tubería		2109200.0 Pa	
Coefficiente de descarga		0.63	
Longitud de la flama		43.13749 m	
Tasa de emisión de masa		73.148485 kg /s	
Clase de emisión		Flujo Sónico	
RADIACIÓN CALCULADA A DISTANCIAS ESPECÍFICAS			
Distancia a nivel de piso (m)	Distancia a fuente puntual (m)	Transmisividad	Radiación (kW/m2)
10.000	24.685	0.77	73.2923
25.000	33.680	0.75	38.2854
50.000	54.858	0.71	13.8114
60.000	64.104	0.70	9.9736
70.000	73.548	0.70	7.4835
80.000	83.122	0.69	5.7947
90.000	92.787	0.68	4.6047
100.000	102.515	0.67	3.7385
150.000	151.688	0.65	1.6484
200.000	201.269	0.63	0.9127
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECÍFICOS			
Radiación (kW/m2)	Distancia (m)	Dosis (W/m2) <sup>4/3</sup> tiempo de exposición= 60.00s	Dosis (W/m2) <sup>4/3</sup> tiempo de duración= 840.00s
1.4000 E+00	1.6253 E+02	9.3970 E+05	1.3156 E+07
3.0000 E+00	1.1169 E+02	2.5960 E+06	3.6345 E+07
5.0000 E+00	8.6334 E+01	5.1299 E+06	7.1819 E+07
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE DOSIS DE RADIACIÓN ESPECÍFICAS			
Dosis (W/m2) <sup>3/4</sup>	Distancia (m)		
9.3970 E+05	4.2246 E+02		
2.5960 E+06	2.9291 E+02		
5.1299 E+06	2.2896 E+02		



Evento 34.2. JET FIRE



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)

TITULO DEL MODELO			
Escenario No. 33. Evento 33.2			
DESCRIPCION			
Chorro de fuego ocasionado por una fuga de gas natural provocada por la ruptura diametral del 20% del gasoducto de 8" de diámetro en el cadenamiento 42 + 500.			
DATOS DE LA SUSTANCIA			
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos	
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP	
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS	
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE	
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50	
Subfamilia	()		
Fórmula	CH4		
Estructura	CH4		
PARAMETROS DE ENTRADA			
Peso Molecular		16.04246 kg/kmol	
Calor de Combustión		50029.0 kJ/kg	
Concentración Estequiométrica		9.5 %	
Temperatura de Ebullición		111.66 °K (-161.49 °C)	
Humedad relativa		60.00 %	
Temperatura ambiente		298.15 °K (25.00 °C)	
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO			
Diámetro del orificio		0.04064 m	
Presión en la tubería		2109200.0 Pa	
Coefficiente de descarga		0.63	
Longitud de la flama		8.627498 m	
Tasa de emisión de masa		2.925939 kg /s	
Clase de emisión		Flujo Sónico	
RADIACION CALCULADA A DISTANCIAS ESPECIFICAS			
Distancia a nivel de piso (m)	Distancia a fuente puntual (m)	Transmisividad	Radiación (kW/m2)
10.000	11.324	0.82	14.9428
25.000	25.558	0.76	2.7262
50.000	50.282	0.72	0.6628
60.000	60.235	0.71	0.4544
70.000	70.201	0.70	0.3299
80.000	80.176	0.69	0.2499
90.000	90.157	0.68	0.1956
100.000	100.141	0.68	0.1570
150.000	150.094	0.65	0.0674
200.000	200.071	0.64	0.0370
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACION ESPECIFICOS			
Radiación (kW/m2)	Distancia (m)	Dosis (W/m2) <sup>4/3</sup> tiempo de exposición= 60.00s	Dosis (W/m2) <sup>4/3</sup> tiempo de duración= 840.00 s
1.4000 E+00	3.4764 E+01	9.3970 E+05	1.3156 E+07
3.0000 E+00	2.3836 E+01	2.5960 E+06	3.6345 E+07
5.0000 E+00	1.8372 E+01	5.1299 E+06	7.1819 E+07
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE DOSIS DE RADIACION ESPECIFICAS			
Dosis (W/m2) <sup>3/4</sup>		Distancia (m)	
9.3970 E+05		9.0517 E+01	
2.5960 E+06		6.2739 E+01	
5.1299 E+06		4.9023 E+01	



### Análisis de interacciones del Escenario 33.

El presente escenario consiste en la formación de un Chorro de Fuego originado por una fuga de Gas Natural en el gasoducto, provocada por la ruptura diametral del 100% y 20% en el cadenamamiento 42+500 de la trayectoria del gasoducto de 8"Φ a causa del impacto con maquinaria pesada debido a los trabajos no autorizados de excavación en el derecho de vía de mismo, lo cual puede llegar a ser catastrófico para la infraestructura presente en la zona donde se suscita el evento. Por tal efecto, y con fundamento en el análisis de riesgo mediante la metodología de Árbol de Fallas, se utilizó el software Árbol de Fallas (FaultrEASE; Arthur D Little. Hazard Prevention Magazine) (Ver Anexo No. 10 Árboles de Falla), para determinar la probabilidad de ocurrencia de un incendio en el gasoducto principal de transporte, involucrando causas probables, tales como: fallas de instrumentos y/o accesorios y del material de construcción, principalmente, de lo anterior, y como resultado final se tiene que la probabilidad de ocurrencia de un escenario como el que se plantea es de  $7 \times 10^{-6}$ , lo cual de acuerdo a la Fuente de información consultada, lo cataloga como improbable.

- Fuente: (1) Modelo de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones. Dinámica Heurística. 2005  
 (2) Loss Prevention in the Process Industries, Frank P less, second Edition, 1996. Ed. HB Vol. I, II y III. Hazard Identification Assessment and Control  
 (3) Guidelines for Consequence Analysis of Chemical Releases. American Institute of Chemical Engineers (AIChE). 1999.  
 (4) Guideline for Hazard Evaluation Procedures, Second Edition, AIChE 1992.  
 (5) Fault Tree Handbook, U.S. Nuclear Regulatory Commission, 1981.

A continuación se describen las interacciones que puede llegar a tener una fuga de gas natural que al entrar en contacto con una fuente de ignición se convierte en un Jet Fire (Chorro de Fuego), con la infraestructura presente (unidades médicas, instituciones educativas, viviendas e instalaciones de riesgo), describiendo las consecuencias en caso de presentarse dicho escenario.

**TABLA RESUMEN**

COMPAÑÍA DE AUTOABASTECEDORES DE GAS NATURAL DE MORELOS, S.A. DE C.V.				Escenario 33. JIUTEPEC, MORELOS					
% de Ruptura por un impacto.  Cadenamamiento 42+500  Jiutepec, Morelos.	Jet Fire  Eventos 33.1 y 33.2		Explosión no confinada  Eventos 33.3 y 33.4		Chorro Horizontal  Eventos 33.5 y 33.6		Ver Figuras VI.3.2.197 y VI.3.2.198		
	Ver Figura VI.3.2.193 y VI.3.2.194		Ver Figuras VI.3.2.195 y VI.3.2.196		Ver Figuras VI.3.2.197 y VI.3.2.198				
	Radios de afectación (R.A) (m)	Radiación Térmica (RT) Zonas de Riesgo (ZR)	Radios de Afectación (m)	Sobrepresión y Zonas de Riesgo.	Radios de Afectación (m)	Isoconcentración (ppm)			
Evento al 100%	33.1	86,59	ZAR 5 Kw/m <sup>2</sup>	33.3	202,35	ZAR 1 psi	33.5	692,24	10 000
		162,67	ZA 1.4 Kw/m <sup>2</sup>		343,97	ZA 0,5 psi		0	50 000
						0		150 000	
Evento al 20%	33.2	18,63	ZAR	33.4	69,2	ZAR	33.6	172,72	10 000
		34,9	ZA		117,63	ZA		2,64	50 000
						0		150 000	





Efectos sobre la población y/o infraestructura existentes en la ZA y ZAR																			
Jet Fire (Ver Figura VI.3.2.193 y VI.3.2.194)	<p>⌘ <u>Infraestructura dentro de la ZAR (73 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 86 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 115 al momento de que ocurra el siniestro,</li> <li>- Casas habitación de la colonia San José.</li> </ul>																		
	<p>⌘ <u>Personas que transiten por la carretera Federal No 160, mismas que se encuentren dentro de la ZAR (18 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 86 m):</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 13 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo,</li> <li>- A los 40 segundos, presentarán quemaduras de segundo grado, considerando también asfixia por la disminución de Oxígeno y la exposición a los humos generados.</li> </ul>																		
	<p>⌘ <u>Infraestructura presente en la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 86 hasta 162 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 160 al momento de que ocurra el siniestro,</li> <li>- Casas habitación de la colonia San José.</li> </ul>																		
	<p>⌘ <u>Personas que transiten por la carretera Federal No. 160, mismas que se encuentren dentro de la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 86 hasta 162 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 115 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo en la piel expuesta,</li> <li>- Después de 663 segundos (11.05 min.), presentarán quemaduras de segundo grado.</li> </ul>																		
Explosión no Confinada (Ver Figura VI.3.2.195 y VI.3.2.196)	<p>⌘ <u>Infraestructura y habitantes presentes en la ZAR (842,8 psi a 1 psi en un radio de 0 m hasta 202 m) y ZA (1 psi a 0,5 psi en un radio a partir de 202 m hasta 343 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 115 al momento de que ocurra la explosión,</li> <li>- Casas habitación de la colonia San José y la colonia Lomas del Texcal,</li> <li>- Instalaciones del Instituto Politécnico Nacional (Campus Morelos), el cual se localiza a 350 m del cadenamiento 42+500 donde se originó la fuga.</li> </ul>																		
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Sobrepresión</th> <th>Daño esperado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.0</td> <td>Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.</td> </tr> <tr> <td>2.0</td> <td>Colapso parcial de muros y techos de casas.</td> </tr> <tr> <td>3.0</td> <td>Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.</td> </tr> <tr> <td>4.0</td> <td>Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.</td> </tr> <tr> <td>5.0</td> <td>Postes de madera arrancados</td> </tr> <tr> <td>7.0</td> <td>Volcadura de carros de ferrocarril con carga</td> </tr> <tr> <td>9.0</td> <td>Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.</td> </tr> <tr> <td>10.0</td> <td>Posible destrucción total de edificios.</td> </tr> </tbody> </table>	Sobrepresión	Daño esperado	1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.	2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.	3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.	4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.	5.0	Postes de madera arrancados	7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga	9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.	10.0	Posible destrucción total de edificios.
	Sobrepresión	Daño esperado																	
	1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.																	
	2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.																	
	3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.																	
	4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.																	
	5.0	Postes de madera arrancados																	
	7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga																	
9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.																		
10.0	Posible destrucción total de edificios.																		
Chorro Horizontal (Ver Figura VI.3.2.197 y VI.3.2.198)	<p>Daños en la salud de los habitantes localizados dentro de cualquiera de los radios de afectación, ya que de acuerdo a la <b>OSHA (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional)</b>, el gas natural se considera como un asfixiante simple a cualquier concentración, por lo que no se establecen tiempos máximos permisibles de exposición a dicha sustancia de acuerdo a la NOM-010-STPS-1999.</p>																		

Por lo anterior, Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V. deberá de:



- Realizar celajes diarios por parte de técnicos capacitados (equipados con Radio con frecuencia controlada y con teléfono celular) y contar con registros de las verificaciones a realizar en cada uno de los recorridos por las instalaciones,
- Contar con un sistema de comunicación directa con oficinas de ELECENOR, para reportar cualquier falla en el suministro de Gas, así como cualquier emergencia que requiera el cierre del Gasoducto operado por ELECENOR. Así mismo mantener comunicación permanente mediante Radio de frecuencia controlada con el personal responsable de la operación del Gasoducto,
- Elaborar y poner en práctica un programa de capacitación dirigido al personal operativo, en relación a los procedimientos establecidos para la ejecución de las actividades de mantenimiento,
- Elaborar y poner en práctica una lista de verificación de tuberías, con el objeto de llevar un control en cuanto a la integridad mecánica de las mismas,
- Las actividades de verificación visual, se deberán realizar diariamente, y al detectar alguna anomalía en la instalación, actuar correctamente con apego a los procedimientos establecidos,
- Instalar letreros y señalamientos alusivos al peligro que representa la instalación, con el objeto de alertar a las personas que transitan por dicha zona.

**Radios de Afectación  
Eventos 33.1 y 33.2**

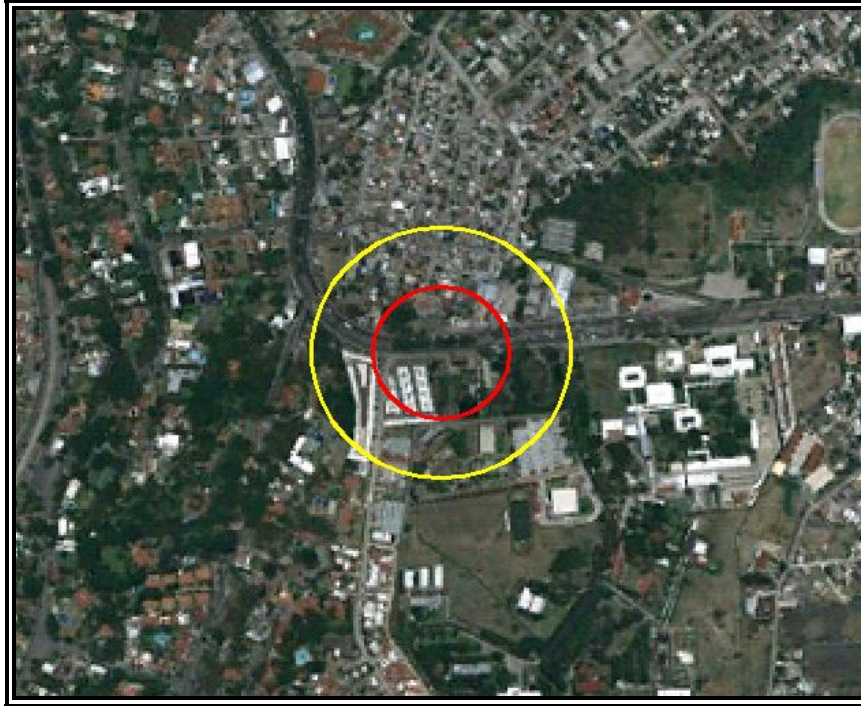
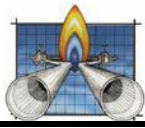
Incendio (Radiación Térmica):

**Evento 33.1**

Cadenamiento 42+500 (Fuga del 100%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m <sup>2</sup> )	86,59
Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m <sup>2</sup> )	162,67

**Evento 33.2**

Cadenamiento 42+500 (Fuga del 20%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m <sup>2</sup> )	18,63
Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m <sup>2</sup> )	34,9



**Figura VI.3.2.193** Evento 33.1 Incendio (Radiación Térmica). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m<sup>2</sup>) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m<sup>2</sup>) en color amarillo.

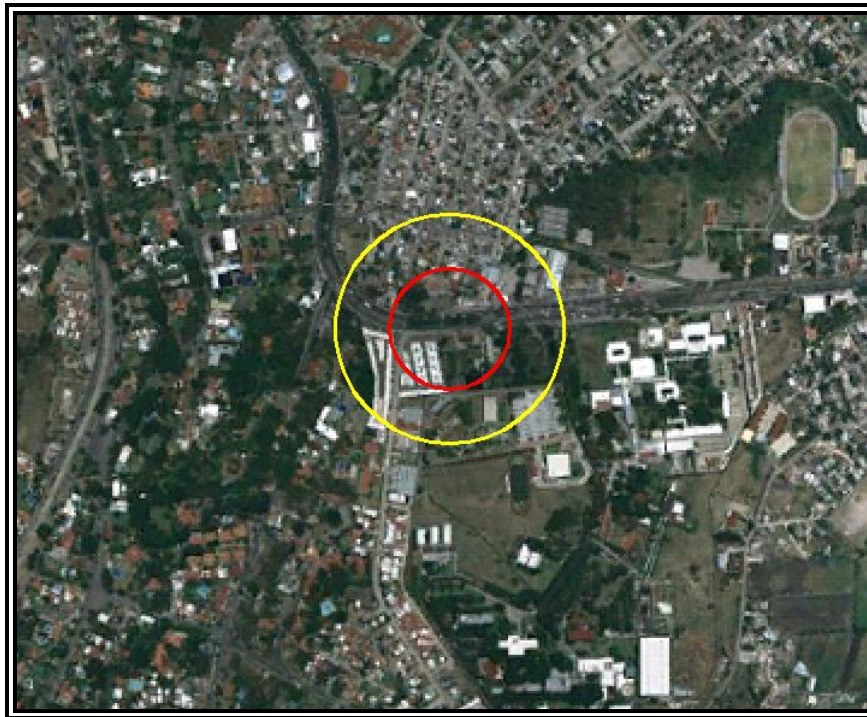


Figura VI.3.2.194 Evento 33.2 Incendio (Radiación Térmica). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m<sup>2</sup>) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m<sup>2</sup>) en color amarillo.

### Evento 33.3. Explosión no Confinada.



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

### Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas

TITULO DEL MODELO					
Escenario 33. Evento 33.3					
DESCRIPCION					
Explosión no confinada originada por una fuga de gas natural debido a la ruptura diametral del 100% del gasoducto de acero de 8" de diámetro en el cadenamiento 42 + 500.					
DATOS DE LA SUSTANCIA					
Nombre	METANO (METHANE)				
No. CAS	74-82-8				
Nombre CAS	METHANE				
Nombre IUPAC	METHANE				
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)				
Subfamilia	()				
Fórmula	CH4				
Estructura	CH4				
Sinónimos	FIRE DAMP MARSH GAS METHYL HYDRIDE REFRIGERANT 50				
PARAMETROS DE ENTRADA					
Peso del material en la nube	73.1484 kg				
Factor de Eficiencia Explosiva	0.03				
Limite Inferior de Explosividad	5 %				
Limite Superior de Explosividad	15 %				
Calor de Combustión	50029 kJ/kg				
Calor de Combustión del TNT (RMP)	4680 kJ/kg				
Masa Equivalente en TNT	23.4585981 kg				
Distancia mínima de cálculo	0.192942209750237				
Distancia máxima de cálculo	114.505762463049				
Distancia total del cálculo	114.312820253298				
PRESION CALCULADA A DISTANCIAS DE INTERÉS					
Distancia (m)	Presión (kPa)	Presión (psi)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
5.0000000	387.6505967	56.2244328	1.3165955	153.1351400	2.0518352
10.0000000	94.5000000	13.6000000	1.6410000	84.1000000	3.1000000

S  
A





### Evento 33.4. Explosión no Confinada



#### SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

#### Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas

TITULO DEL MODELO					
Escenario 33. Evento 33.4					
DESCRIPCION					
Explosión no confinada originada por una fuga de gas natural debido a la ruptura diametral del 20% del gasoducto de acero de 8" de diámetro en el cadenamiento 42 + 500.					
DATOS DE LA SUSTANCIA					
Nombre	METANO (METHANE)			Sinónimos	
No. CAS	74-82-8			FIRE DAMP	
Nombre CAS	METHANE			MARSH GAS	
Nombre IUPAC	METHANE			METHYL HYDRIDE	
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)			REFRIGERANT 50	
Subfamilia	()				
Fórmula	CH4				
Estructura	CH4				
PARAMETROS DE ENTRADA					
Peso del material en la nube				0.04064 kg	
Factor de Eficiencia Explosiva				0.03	
Límite Inferior de Explosividad				5 %	
Límite Superior de Explosividad				15 %	
Calor de Combustión				50029 kJ/kg	
Calor de Combustión del TNT (RMP)				4680 kJ/kg	
Masa Equivalente en TNT				1.30331958974359E-02 kg	
Distancia mínima de cálculo				1.58614737768494E-02	
Distancia máxima de cálculo				9.41333755302638	
Distancia total del cálculo				9.39747607924953	
PRESION CALCULADA A DISTANCIAS DE INTERÉS					
Distancia (m)	Presión (kPa)	Presión (psi)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
5.000000	5.6238847	0.8156823	53.4813514	14.9599905	6.0361092

S  
A



**Radios de Afectación  
Eventos 33.3 y 33.4**

❖ Sobrepresión (Explosión):

**Evento 33.3**

Cadenamiento 42+500 (Fuga del 100%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1.0 psi)	202,35
Zona de Amortiguamiento (ZA) (0.5 psi)	343,97

**Evento 33.4**

Cadenamiento 42+500 (Fuga del 20%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1.0 psi)	69,2
Zona de Amortiguamiento (ZA) (0.5 psi)	117,63



**Figura VI.3.2.195** Evento 33.3 Explosión no Confinada (Sobrepresión). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1 PSI) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (0,5 PSI) en color amarillo.



**Figura VI.3.2.196** Evento 33.4 Explosión no Confinada (Sobrepresión). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1 PSI) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (0,5 PSI) en color amarillo.

**Radios de Afectación  
Eventos 33.5 y 33.6**

❖ Chorro Horizontal (Isoconcentraciones):

**Evento 33.5**

Cadenamiento 42+500 (Fuga del 100%)	
Isoconcentraciones	Radios de Afectación (m)
10 000 ppm	692,24
50 000 ppm	0
150 000 ppm	0

**Evento 33.6**

Cadenamiento 42+500 (Fuga del 20%)	
Isoconcentraciones	Radios de Afectación (m)
10 000 ppm	172,72
50 000 ppm	2,64
150 000 ppm	0





Figura VI.3.2.197 Evento 33.5. Radios de concentraciones de Gas Natural en partes por millón (ppm).



Figura VI.3.2.198 Evento 33.6. Radios de concentraciones de Gas Natural en partes por millón



(ppm).

**Escenario 34: Cadenamiento 44+500 de la trayectoria del gasoducto de acero al carbón de 8"Φ en el municipio de Jiutepec, con una rotura diametral del 100% y 20%.**

Se presenta una fuga de Gas Natural en el cadenamiento 44+500 de la trayectoria del gasoducto de acero al carbón de 8"Φ en el municipio de Jiutepec; dicha fuga es causada por una rotura en el gasoducto a causa del impacto en la estructura del mismo con maquinaria pesada debido a los trabajos no autorizados de excavación en el derecho de vía del gasoducto.

Consideraciones.

- El tiempo máximo de respuesta por parte del personal operativo para mitigar la fuga en el gasoducto de 8"Φ se considera de 15 minutos, debido a que se cuenta con válvulas de bloqueo y medidores de presión que emiten señales a través del sistema de control de Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V.. Además de contar con vialidades existentes en la zona, lo que permite un acceso rápido a la instalación.
- El tipo de liberación de la fuga es continuo durante el tiempo que ocurre.
- A 60 segundos, después de haberse generado la fuga, el Gas Natural entra en contacto con una fuente de ignición (chispa), lo cual provoca un JET FIRE.
- El gas inflamable que se escapa por la rotura del gasoducto, forma una atmósfera explosiva la cual alcanza un punto de ignición (chispa) generado por un vehículo al transitar por la zona, a los 60 segundos de concentración de la nube, originando una explosión no confinada.
- El diámetro del orificio es de 203,2 mm para la rotura del 100% y de 40,64 mm para la rotura del 20% del gasoducto de 8"Φ.

Condiciones ambientales y de operación.

- Temperatura del Gas en la tubería: 25°C,
- Velocidad del viento: 1 m/s,
- Humedad relativa: 60%,
- Presión del gas en la tubería: 21,5 Kg/cm<sup>2</sup> (2 109,2 KPa)
- Altura de la fuente de emisión: 1 m.



Evento 34.1. JET FIRE



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)

TITULO DEL MODELO			
Escenario No. 34. Evento 34.1			
DESCRIPCION			
Chorro de fuego ocasionado por una fuga de gas natural provocada por la ruptura diam etral del 100% del gasoducto de 8" de diámetro en el cadenamiento 44 + 500.			
DATOS DE LA SUSTANCIA			
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos	
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP	
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS	
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE	
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50	
Subfamilia	()		
Fórmula	CH4		
Estructura	CH4		
PARAMETROS DE ENTRADA			
Peso Molecular		16.04246 kg/kmol	
Calor de Combustión		50029.0 kJ/kg	
Concentración Estequiométrica		9.5 %	
Temperatura de Ebullición		111.66 °K (-161.49 °C)	
Humedad relativa		60.00 %	
Temperatura ambiente		298.15 °K (25.00 °C)	
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO			
Diámetro del orificio		0.2032 m	
Presión en la tubería		2109200.0 Pa	
Coefficiente de descarga		0.63	
Longitud de la flama		43.13749 m	
Tasa de emisión de masa		73.148485 kg /s	
Clase de emisión		Flujo Sónico	
RADIACIÓN CALCULADA A DISTANCIAS ESPECÍFICAS			
Distancia a nivel de piso (m)	Distancia a fuente puntual (m)	Transmisividad	Radiación (kW/m <sup>2</sup> )
10.000	24.685	0.77	73.2923
25.000	33.680	0.75	38.2854
50.000	54.858	0.71	13.8114
60.000	64.104	0.70	9.9736
70.000	73.548	0.70	7.4835
80.000	83.122	0.69	5.7947
90.000	92.787	0.68	4.6047
100.000	102.515	0.67	3.7385
150.000	151.688	0.65	1.6484
200.000	201.269	0.63	0.9127
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECÍFICOS			
Radiación (kW/m <sup>2</sup> )	Distancia (m)	Dosis (W/m <sup>2</sup> ) <sup>4/3</sup> tiempo de exposición= 60.00s	Dosis (W/m <sup>2</sup> ) <sup>4/3</sup> tiempo de duración= 840.00 s
1.4000 E+00	1.6253 E+02	9.3970 E+05	1.3156 E+07
3.0000 E+00	1.1169 E+02	2.5960 E+06	3.6345 E+07
5.0000 E+00	8.6334 E+01	5.1299 E+06	7.1819 E+07
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE DOSIS DE RADIACIÓN ESPECÍFICAS			
Dosis (W/m <sup>2</sup> ) <sup>3/4</sup>		Distancia (m)	
9.3970 E+05		4.2246 E+02	
2.5960 E+06		2.9291 E+02	
5.1299 E+06		2.2896 E+02	





Evento 34.2. JET FIRE



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)

TITULO DEL MODELO			
Escenario No. 34. Evento 34.2			
DESCRIPCION			
Chorro de fuego ocasionado por una fuga de gas natural provocada por la ruptura diametral del 20% del gasoducto de 8" de diámetro en el cadenamiento 44 + 500.			
DATOS DE LA SUSTANCIA			
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos	
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP	
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS	
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE	
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50	
Subfamilia	()		
Fórmula	CH4		
Estructura	CH4		
PARAMETROS DE ENTRADA			
Peso Molecular			16.04246 kg/kmol
Calor de Combustión			50029.0 kJ/kg
Concentración Estequiométrica			9.5 %
Temperatura de Ebullición			111.66 °K (-161.49 °C)
Humedad relativa			60.00 %
Temperatura ambiente			296.15 °K (25.00 °C)
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO			
Diámetro del orificio			0.04064 m
Presión en la tubería			2109200.0 Pa
Coefficiente de descarga			0.63
Longitud de la flama			8.627498 m
Tasa de emisión de masa			2.925939 kg /s
Clase de emisión			Flujo Sónico
RADIACIÓN CALCULADA A DISTANCIAS ESPECÍFICAS			
Distancia a nivel de piso (m)	Distancia a fuente puntual (m)	Transmisividad	Radiación (kW/m2)
10.000	11.324	0.82	14.9428
25.000	25.558	0.76	2.7262
50.000	50.282	0.72	0.6628
60.000	60.235	0.71	0.4544
70.000	70.201	0.70	0.3299
80.000	80.176	0.69	0.2499
90.000	90.157	0.68	0.1956
100.000	100.141	0.68	0.1570
150.000	150.094	0.65	0.0674
200.000	200.071	0.64	0.0370
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECÍFICOS			
Radiación (kW/m2)	Distancia (m)	Dosis (W/m2) <sup>4/3</sup> tiempo de exposición= 60.00s	Dosis (W/m2) <sup>4/3</sup> tiempo de duración= 840.00 s
1.4000 E+00	3.4764 E+01	9.3970 E+05	1.3156 E+07
3.0000 E+00	2.3836 E+01	2.5960 E+06	3.6345 E+07
5.0000 E+00	1.8372 E+01	5.1299 E+06	7.1819 E+07
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE DOSIS DE RADIACIÓN ESPECÍFICAS			
Dosis (W/m2) <sup>3/4</sup>		Distancia (m)	
9.3970 E+05		9.0517 E+01	
2.5960 E+06		6.2739 E+01	
5.1299 E+06		4.9023 E+01	





### Análisis de interacciones del Escenario 34.

El presente escenario consiste en la formación de un Chorro de Fuego originado por una fuga de Gas Natural en el gasoducto, provocada por la ruptura diametral del 100% y 20% en el cadenamamiento 44+500 de la trayectoria del gasoducto de 8"Φ a causa del impacto con maquinaria pesada debido a los trabajos no autorizados de excavación en el derecho de vía de mismo, lo cual puede llegar a ser catastrófico para la infraestructura presente en la zona donde se suscita el evento. Por tal efecto, y con fundamento en el análisis de riesgo mediante la metodología de Árbol de Fallas, se utilizó el software Árbol de Fallas (FaultrEASE; Arthur D Little. Hazard Prevention Magazine) (Ver Anexo No. 10 Árboles de Falla), para determinar la probabilidad de ocurrencia de un incendio en el gasoducto principal de transporte, involucrando causas probables, tales como: fallas de instrumentos y/o accesorios y del material de construcción, principalmente, de lo anterior, y como resultado final se tiene que la probabilidad de ocurrencia de un escenario como el que se plantea es de  $7 \times 10^{-6}$ , lo cual de acuerdo a la Fuente de información consultada, lo cataloga como improbable.

- Fuente: (1) Modelo de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones. Dinámica Heurística. 2005  
 (2) Loss Prevention in the Process Industries, Frank P less, second Edition, 1996. Ed. HB Vol. I, II y III. Hazard Identification Assessment and Control  
 (3) Guidelines for Consequence Analysis of Chemical Releases. American Institute of Chemical Engineers (AIChE). 1999.  
 (4) Guideline for Hazard Evaluation Procedures, Second Edition, AIChE 1992.  
 (5) Fault Tree Handbook, U.S. Nuclear Regulatory Commission, 1981.

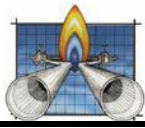
A continuación se describen las interacciones que puede llegar a tener una fuga de gas natural que al entrar en contacto con una fuente de ignición se convierte en un Jet Fire (Chorro de Fuego), con la infraestructura presente (unidades médicas, instituciones educativas, viviendas e instalaciones de riesgo), describiendo las consecuencias en caso de presentarse dicho escenario.

### TABLA RESUMEN

COMPAÑÍA DE AUTOABASTECEDORES DE GAS NATURAL DE MORELOS, S.A. DE C.V.				Escenario 34. JIUTEPEC, MORELOS					
% de Ruptura por un impacto. Cadenamamiento 44+500 Jiutepec, Morelos.	Jet Fire Eventos 34.1 y 34.2		Ver Figura VI.3.2.199 y VI.3.2.200	Explosión no confinada Eventos 34.3 y 34.4		Ver Figuras VI.3.2.201 y VI.3.2.202	Chorro Horizontal Eventos 34.5 y 34.6		Ver Figuras VI.3.2.203 y VI.3.2.204
	Radios de afectación (R.A) (m)		Radiación Térmica (RT) Zonas de Riesgo (ZR)	Radios de Afectación (m)		Sobrepresión y Zonas de Riesgo.	Radios de Afectación (m)		Isoconcentración (ppm)
Evento al 100%	34.1	86,59	ZAR 5 Kw/m <sup>2</sup>	34.3	202,35	ZAR 1 psi	34.5	692,24	10 000
		162,67	ZA 1.4 Kw/m <sup>2</sup>		343,97	ZA 0,5 psi		0	50 000
	0			0	150 000				
Evento al 20%	34.2	18,63	ZAR	34.4	69,2	ZAR	34.6	172,72	10 000
		34,9	ZA		117,63	ZA		2,64	50 000
	0			0	150 000				



Efectos sobre la población y/o infraestructura existentes en la ZA y ZAR																				
Jet Fire (Ver Figura VI.3.2.199 y VI.3.2.200)	<p>⌘ <u>Infraestructura dentro de la ZAR (73 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 86 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 160 al momento de que ocurra el siniestro,</li> <li>- Casas habitación de del sector habitacional Pedregal Las Fuentes a 70 m de distancia,</li> <li>- Acceso a las instalaciones del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) a 50 m.</li> </ul> <p>⌘ <u>Personas que transiten por la carretera Federal No 160 y alumnos del IMTA, mismos que se encuentren dentro de la ZAR (18 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 86 m):</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 13 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo,</li> <li>- A los 40 segundos, presentarán quemaduras de segundo grado, considerando también asfixia por la disminución de Oxígeno y la exposición a los humos generados.</li> </ul> <p>⌘ <u>Infraestructura presente en la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 86 hasta 162 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 160 al momento de que ocurra el siniestro,</li> <li>- Casas habitación de del sector habitacional Pedregal Las Fuentes y la colonia Cuahuchiles a 100 m de distancia,</li> <li>- Instalaciones del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) dentro del radio de la ZA.</li> </ul> <p>⌘ <u>Personas que transiten por la carretera Federal No. 160 y estudiantes del IMTA, mismos que se encuentren dentro de la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 86 hasta 162 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 115 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo en la piel expuesta,</li> <li>- Después de 663 segundos (11.05 min.), presentarán quemaduras de segundo grado.</li> </ul>																			
	Explosión no Confinada (Ver Figura VI.3.2.201 y VI.3.2.202)	<p>⌘ <u>Infraestructura y habitantes presentes en la ZAR (842,8 psi a 1 psi en un radio de 0 m hasta 202 m) y ZA (1 psi a 0,5 psi en un radio a partir de 202 m hasta 343 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 160 al momento de que ocurra la explosión,</li> <li>- Casas habitación de del sector habitacional Pedregal Las Fuentes, la colonia Cuahuchiles, Progreso y Cactus en un radio de 350 m,</li> <li>- Instalaciones del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) dentro del radio de los 343 m correspondientes a la ZA.</li> </ul> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Sobrepresión</th> <th>Daño esperado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.0</td> <td>Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.</td> </tr> <tr> <td>2.0</td> <td>Colapso parcial de muros y techos de casas.</td> </tr> <tr> <td>3.0</td> <td>Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.</td> </tr> <tr> <td>4.0</td> <td>Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.</td> </tr> <tr> <td>5.0</td> <td>Postes de madera arrancados</td> </tr> <tr> <td>7.0</td> <td>Volcadura de carros de ferrocarril con carga</td> </tr> <tr> <td>9.0</td> <td>Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.</td> </tr> <tr> <td>10.0</td> <td>Posible destrucción total de edificios.</td> </tr> </tbody> </table>	Sobrepresión	Daño esperado	1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.	2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.	3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.	4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.	5.0	Postes de madera arrancados	7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga	9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.	10.0	Posible destrucción total de edificios.
	Sobrepresión	Daño esperado																		
1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.																			
2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.																			
3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.																			
4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.																			
5.0	Postes de madera arrancados																			
7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga																			
9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.																			
10.0	Posible destrucción total de edificios.																			
Chorro Horizontal (Ver Figura VI.3.2.203 y VI.3.2.204)	<p>Daños en la salud de los habitantes localizados dentro de cualquiera de los radios de afectación, ya que de acuerdo a la <b>OSHA (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional)</b>, el gas natural se considera como un asfixiante simple a cualquier concentración, por lo que no se establecen tiempos máximos permisibles de exposición a dicha sustancia de acuerdo a la NOM-010-STPS-1999.</p>																			



Por lo anterior, Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V. deberá de:

- Realizar celajes diarios por parte de técnicos capacitados (equipados con Radio con frecuencia controlada y con teléfono celular) y contar con registros de las verificaciones a realizar en cada uno de los recorridos por las instalaciones,
- Contar con un sistema de comunicación directa con oficinas de ELECENOR, para reportar cualquier falla en el suministro de Gas, así como cualquier emergencia que requiera el cierre del Gasoducto operado por ELECENOR. Así mismo mantener comunicación permanente mediante Radio de frecuencia controlada con el personal responsable de la operación del Gasoducto,
- Elaborar y poner en práctica un programa de capacitación dirigido al personal operativo, en relación a los procedimientos establecidos para la ejecución de las actividades de mantenimiento,
- Elaborar y poner en práctica una lista de verificación de tuberías, con el objeto de llevar un control en cuanto a la integridad mecánica de las mismas,
- Las actividades de verificación visual, se deberán realizar diariamente, y al detectar alguna anomalía en la instalación, actuar correctamente con apego a los procedimientos establecidos,
- Instalar letreros y señalamientos alusivos al peligro que representa la instalación, con el objeto de alertar a las personas que transitan por dicha zona.

**Radios de Afectación  
Eventos 34.1 y 34.2**

Incendio (Radiación Térmica):

**Evento 34.1**

<b>Cadenamiento 44+500 (Fuga del 100%)</b>	
<b>Zonas de Riesgo</b>	<b>Radios de Afectación (m)</b>
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m <sup>2</sup> )	86,59
Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m <sup>2</sup> )	162,67

**Evento 34.2**

<b>Cadenamiento 44+500 (Fuga del 20%)</b>	
<b>Zonas de Riesgo</b>	<b>Radios de Afectación (m)</b>
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m <sup>2</sup> )	18,63
Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m <sup>2</sup> )	34,9



**Figura VI.3.2.199** Evento 34.1 Incendio (Radiación Térmica). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m<sup>2</sup>) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m<sup>2</sup>) en color amarillo.



**Figura VI.3.2.200** Evento 34.2 Incendio (Radiación Térmica). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m<sup>2</sup>) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m<sup>2</sup>) en color amarillo.





Evento 34.3. Explosión no Confinada.



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas

TITULO DEL MODELO					
Escenario 34. Evento 34.3					
DESCRIPCION					
Explosión no confinada originada por una fuga de gas natural debido a la ruptura diametral del 100% del gasoducto de acero de 8" de diámetro en el cadenamiento 44 + 500.					
DATOS DE LA SUSTANCIA					
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos			
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP			
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS			
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE			
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50			
Subfamilia	()				
Fórmula	CH4				
Estructura	CH4				
PARAMETROS DE ENTRADA					
Peso del material en la nube					73.1484 kg
Factor de Eficiencia Explosiva					0.03
Límite Inferior de Explosividad					5%
Límite Superior de Explosividad					15 %
Calor de Combustión					50029 kJ/kg
Calor de Combustión del TNT (RMP)					4680 kJ/kg
Masa Equivalente en TNT					23.4585981 kg
Distancia mínima de cálculo					0.192942209750237
Distancia máxima de cálculo					114.505762463049
Distancia total del cálculo					114.312820253298
PRESION CALCULADA A DISTANCIAS DE INTERÉS					
Distancia (m)	Presión (kPa)	Presión (psi)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
5.0000000	387.6505967	56.2244328	1.3165955	153.1351400	2.0518352
10.0000000	84.5860658	12.2682736	4.6119166	81.1697327	3.1668962
20.0000000	24.9462271	3.6181744	13.4477801	43.6451090	4.2613614
30.0000000	13.8875473	2.0142352	22.9553677	29.6404664	4.8606565
50.0000000	7.1869191	1.0423831	42.5902181	18.0885239	5.7068266
70.0000000	4.6948418	0.6809349	62.7933627	13.0353200	6.2686227
100.0000000	2.8642550	0.4154285	93.1043622	9.0999461	6.8756470
150.0000000					
200.0000000					
DISTANCIAS CALCULADAS SEGÚN LAS PRESIONES DE INTERÉS					
Presión (kPa)	Presión (psi)	Distancia (m)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
137.8940000	20.0000000	7.9083239	3.0622064	99.7882456	2.5999234
103.4205000	15.0000000	9.0605332	3.8923182	88.4784205	2.9550329
68.9470000	10.0000000	11.0956068	5.4905268	74.1406631	3.3676192
34.4735000	5.0000000	16.3373738	10.0640349	52.6017820	3.9775200
27.5788000	4.0000000	18.7537781	12.2866774	46.3417006	4.1712131
20.6841000	3.0000000	22.6439618	15.9340331	38.8236311	4.4377880
13.7894000	2.0000000	30.1570047	23.1065135	29.4913465	4.8688623
6.8947000	1.0000000	51.6897351	44.2813291	17.5166443	5.7630431
3.4473500	0.5000000	87.8641629	80.9068542	10.3847593	6.6462484



### Evento 34.4. Explosión no Confinada



#### SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

#### Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas

TITULO DEL MODELO					
Escenario 34. Evento 34.4					
DESCRIPCION					
Explosión no confinada originada por una fuga de gas natural debido a la ruptura diametral del 20% del gasoducto de acero de 8" de diámetro en el cadenamiento 44 + 500.					
DATOS DE LA SUSTANCIA					
Nombre	METANO (METHANE)			Sinónimos	
No. CAS	74-82-8			FIRE DAMP	
Nombre CAS	METHANE			MARSH GAS	
Nombre IUPAC	METHANE			METHYL HYDRIDE	
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)			REFRIGERANT 50	
Subfamilia	()				
Fórmula	CH4				
Estructura	CH4				
PARAMETROS DE ENTRADA					
Peso del material en la nube				0.04064 kg	
Factor de Eficiencia Explosiva				0.03	
Límite Inferior de Explosividad				5%	
Límite Superior de Explosividad				15%	
Calor de Combustión				50029 kJ/kg	
Calor de Combustión del TNT (RMP)				4680 kJ/kg	
Masa Equivalente en TNT				1.30331958974359E-02 kg	
Distancia mínima de cálculo				1.58614737768494E-02	
Distancia máxima de cálculo				9.41333755302638	
Distancia total del cálculo				9.39747607924953	
PRESION CALCULADA A DISTANCIAS DE INTERÉS					
Distancia (m)	Presión (kPa)	Presión (psi)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
5.0000000	5.6238847	0.8156823	53.4813514	14.9599905	6.0361092
10.0000000					
20.0000000					
30.0000000					
50.0000000					
70.0000000					
100.0000000					
150.0000000					
200.0000000					
DISTANCIAS CALCULADAS SEGÚN LAS PRESIONES DE INTERÉS					
Presión (kPa)	Presión (psi)	Distancia (m)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
137.8940000	20.0000000	0.6501308	3.0622064	99.7882456	2.5999234
103.4205000	15.0000000	0.7448521	3.8923182	88.4784205	2.9550329
68.9470000	10.0000000	0.9121523	5.4905268	74.1406631	3.3676192
34.4735000	5.0000000	1.3430697	10.0640349	52.6017820	3.9775200
27.5788000	4.0000000	1.5417184	12.2866774	46.3417006	4.1712131
20.6841000	3.0000000	1.8615243	15.9340331	38.8236311	4.4377880
13.7894000	2.0000000	2.4791596	23.1065135	29.4913465	4.8688623
6.8947000	1.0000000	4.2493313	44.2813291	17.5166443	5.7630431
3.4473500	0.5000000	7.2231738	80.9068542	10.3847593	6.6462484



### Radios de Afectación Eventos 34.3 y 34.4

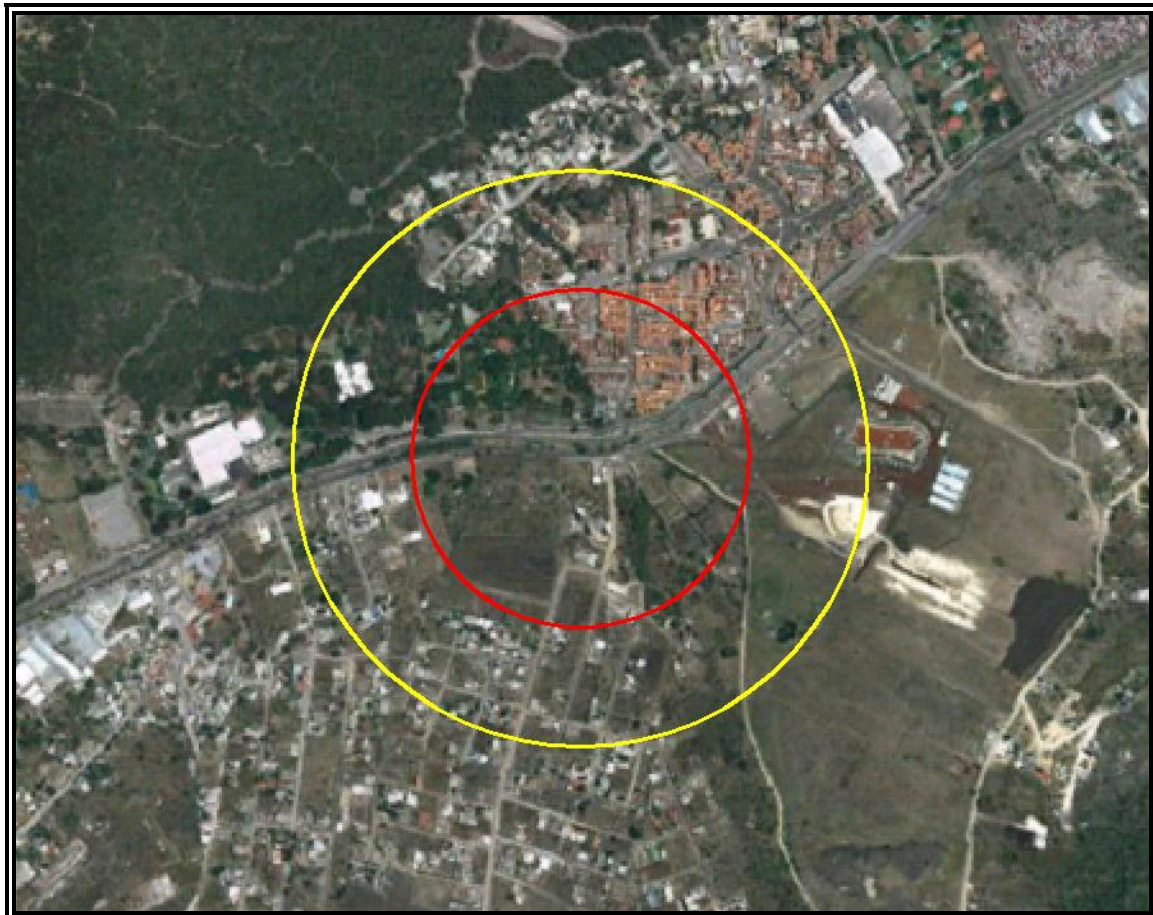
❖ Sobrepresión (Explosión):

#### Evento 34.3

Cadenamiento 44+500 (Fuga del 100%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1.0 psi)	202,35
Zona de Amortiguamiento (ZA) (0.5 psi)	343,97

#### Evento 34.4

Cadenamiento 44+500 (Fuga del 20%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1.0 psi)	69,2
Zona de Amortiguamiento (ZA) (0.5 psi)	117,63



**Figura VI.3.2.201** Evento 34.3 Explosión no Confinada (Sobrepresión). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1 PSI) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (0,5 PSI) en color amarillo.





**Figura VI.3.2.202** Evento 34.4 Explosión no Confinada (Sobrepresión). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1 PSI) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (0,5 PSI) en color amarillo.

**Radios de Afectación  
Eventos 34.5 y 34.6**

❖ Chorro Horizontal (Isoconcentraciones):

**Evento 33.5**

Cadenamiento 44+500 (Fuga del 100%)	
Isoconcentraciones	Radios de Afectación (m)
10 000 ppm	692,24
50 000 ppm	0
150 000 ppm	0

**Evento 33.6**

Cadenamiento 44+500 (Fuga del 20%)	
Isoconcentraciones	Radios de Afectación (m)
10 000 ppm	172,72
50 000 ppm	2,64
150 000 ppm	0





**Figura VI.3.2.203** Evento 34.5. Radios de concentraciones de Gas Natural en partes por millón (ppm).



**Figura VI.3.2.204** Evento 34.6. Radios de concentraciones de Gas Natural en partes por millón



(ppm).

**Escenario 35: Cadenamiento 36+500 de la trayectoria del gasoducto de acero al carbón de 8"Φ en el municipio de Yautepec, con una rotura diametral del 100% y 20%.**

Se presenta una fuga de Gas Natural en el cadenamiento 36+500 de la trayectoria del gasoducto de acero al carbón de 8"Φ en el municipio de Yautepec; dicha fuga es causada por una rotura en el gasoducto a causa del impacto en la estructura del mismo con maquinaria pesada debido a los trabajos no autorizados de excavación en el derecho de vía del gasoducto.

Consideraciones.

- El tiempo máximo de respuesta por parte del personal operativo para mitigar la fuga en el gasoducto de 8"Φ se considera de 15 minutos, debido a que se cuenta con válvulas de bloqueo y medidores de presión que emiten señales a través del sistema de control de Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V.. Además de contar con vialidades existentes en la zona, lo que permite un acceso rápido a la instalación.
- El tipo de liberación de la fuga es continuo durante el tiempo que ocurre.
- A 60 segundos, después de haberse generado la fuga, el Gas Natural entra en contacto con una fuente de ignición (chispa), lo cual provoca un JET FIRE.
- El gas inflamable que se escapa por la rotura del gasoducto, forma una atmósfera explosiva la cual alcanza un punto de ignición (chispa) generado por un vehículo al transitar por la zona, a los 60 segundos de concentración de la nube, originando una explosión no confinada.
- El diámetro del orificio es de 203,2 mm para la rotura del 100% y de 40,64 mm para la rotura del 20% del gasoducto de 8"Φ.

Condiciones ambientales y de operación.

- Temperatura del Gas en la tubería: 25°C,
- Velocidad del viento: 1 m/s,
- Humedad relativa: 60%,
- Presión del gas en la tubería: 21,5 Kg/cm<sup>2</sup> (2 109,2 KPa)
- Altura de la fuente de emisión: 1 m.



Evento 35.1. JET FIRE



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)

TITULO DEL MODELO			
Escenario No. 35. Evento 35.1			
DESCRIPCIÓN			
Chorro de fuego ocasionado por una fuga de gas natural provocada por la ruptura diametral del 100% del gasoducto de 8" de diámetro en el cadenamiento 36 + 500.			
DATOS DE LA SUSTANCIA			
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos	
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP	
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS	
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE	
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50	
Sub familia	()		
Fórmula	CH4		
Estructura	CH4		
PARAMETROS DE ENTRADA			
Peso Molecular		16.04246 kg/kmol	
Calor de Combustión		50029.0 kJ/kg	
Concentración Estequiométrica		9.5 %	
Temperatura de Ebullición		111.66 °K (-161.49 °C)	
Humedad relativa		60.00 %	
Temperatura ambiente		298.15 °K (25.00 °C)	
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO			
Diámetro del orificio		0.2032 m	
Presión en la tubería		2109200.0 Pa	
Coefficiente de descarga		0.63	
Longitud de la flama		43.13749 m	
Tasa de emisión de masa		73.148485 kg /s	
Clase de emisión		Flujo Sónico	
RADIACIÓN CALCULADA A DISTANCIAS ESPECÍFICAS			
Distancia a nivel de piso (m)	Distancia a fuente puntual (m)	Transmisividad	Radiación (kW/m <sup>2</sup> )
10.000	24.685	0.77	73.2923
25.000	33.680	0.75	38.2854
50.000	54.858	0.71	13.8114
60.000	64.104	0.70	9.9736
70.000	73.548	0.70	7.4835
80.000	83.122	0.69	5.7947
90.000	92.787	0.68	4.6047
100.000	102.515	0.67	3.7385
150.000	151.688	0.65	1.6484
200.000	201.269	0.63	0.9127
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECÍFICOS			
Radiación (kW/m <sup>2</sup> )	Distancia (m)	Dosis (W/m <sup>2</sup> ) <sup>4/3</sup> tiempo de exposición= 60.00s	Dosis (W/m <sup>2</sup> ) <sup>4/3</sup> tiempo de duración= 840.00 s
1.4000 E+00	1.6253 E+02	9.3970 E+05	1.3156 E+07
3.0000 E+00	1.1169 E+02	2.5960 E+06	3.6345 E+07
5.0000 E+00	8.6334 E+01	5.1299 E+06	7.1819 E+07
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE DOSIS DE RADIACIÓN ESPECÍFICAS			
Dosis (W/m <sup>2</sup> ) <sup>3/4</sup>		Distancia (m)	
9.3970 E+05		4.2246 E+02	
2.5960 E+06		2.9291 E+02	
5.1299 E+06		2.2896 E+02	



Evento 35.2. JET FIRE



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)

TITULO DEL MODELO			
Escenario No. 35. Evento 35.2			
DESCRIPCION			
Chorro de fuego ocasionado por una fuga de gas natural provocada por la ruptura diametral del 20% del gasoducto de 8" de diámetro en el cadenamiento 36 + 500.			
DATOS DE LA SUSTANCIA			
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos	
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP	
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS	
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE	
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50	
Subfamilia	()		
Fórmula	CH4		
Estructura	CH4		
PARAMETROS DE ENTRADA			
Peso Molecular		16.04246 kg/kmol	
Calor de Combustión		50029.0 kJ/kg	
Concentración Estequiométrica		9.5 %	
Temperatura de Ebullición		111.66 °K (-161.49 °C)	
Humedad relativa		60.00 %	
Temperatura ambiente		298.15 °K (25.00 °C)	
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO			
Diámetro del orificio		0.04064 m	
Presión en la tubería		2109200.0 Pa	
Coefficiente de descarga		0.63	
Longitud de la flama		8.627498 m	
Tasa de emisión de masa		2.925939 kg /s	
Clase de emisión		Flujo Sónico	
RADIACIÓN CALCULADA A DISTANCIAS ESPECIFICAS			
Distancia a nivel de piso (m)	Distancia a fuente puntual (m)	Transmisividad	Radiación (kW/m <sup>2</sup> )
10.000	11.324	0.82	14.9428
25.000	25.558	0.76	2.7262
50.000	50.282	0.72	0.6628
60.000	60.235	0.71	0.4544
70.000	70.201	0.70	0.3299
80.000	80.176	0.69	0.2499
90.000	90.157	0.68	0.1956
100.000	100.141	0.68	0.1570
150.000	150.094	0.65	0.0674
200.000	200.071	0.64	0.0370
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECIFICOS			
Radiación (kW/m <sup>2</sup> )	Distancia (m)	Dosis (W/m <sup>2</sup> ) <sup>4/3</sup> tiempo de exposición= 60.00s	Dosis (W/m <sup>2</sup> ) <sup>4/3</sup> tiempo de duración= 840.00 s
1.4000 E+00	3.4764 E+01	9.3970 E+05	1.3156 E+07
3.0000 E+00	2.3836 E+01	2.5960 E+06	3.6345 E+07
5.0000 E+00	1.8372 E+01	5.1299 E+06	7.1819 E+07
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE DOSIS DE RADIACIÓN ESPECIFICAS			
Dosis (W/m <sup>2</sup> ) <sup>3/4</sup>	Distancia (m)		
9.3970 E+05	9.0517 E+01		
2.5960 E+06	6.2739 E+01		
5.1299 E+06	4.9023 E+01		





### Análisis de interacciones del Escenario 35.

El presente escenario consiste en la formación de un Chorro de Fuego originado por una fuga de Gas Natural en el gasoducto, provocada por la ruptura diametral del 100% y 20% en el cadenamamiento 36+500 de la trayectoria del gasoducto de 8"Φ a causa del impacto con maquinaria pesada debido a los trabajos no autorizados de excavación en el derecho de vía de mismo, lo cual puede llegar a ser catastrófico para la infraestructura presente en la zona donde se suscita el evento. Por tal efecto, y con fundamento en el análisis de riesgo mediante la metodología de Árbol de Fallas, se utilizó el software Árbol de Fallas (FaultREASE; Arthur D Little. Hazard Prevention Magazine) (Ver Anexo No. 10 Árboles de Falla), para determinar la probabilidad de ocurrencia de un incendio en el gasoducto principal de transporte, involucrando causas probables, tales como: fallas de instrumentos y/o accesorios y del material de construcción, principalmente, de lo anterior, y como resultado final se tiene que la probabilidad de ocurrencia de un escenario como el que se plantea es de  $7 \times 10^{-6}$ , lo cual de acuerdo a la Fuente de información consultada, lo cataloga como improbable.

- Fuente: (1) Modelo de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones. Dinámica Heurística. 2005  
 (2) Loss Prevention in the Process Industries, Frank P less, second Edition, 1996. Ed. HB Vol. I, II y III. Hazard Identification Assessment and Control  
 (3) Guidelines for Consequence Analysis of Chemical Releases. American Institute of Chemical Engineers (AIChE). 1999.  
 (4) Guideline for Hazard Evaluation Procedures, Second Edition, AIChE 1992.  
 (5) Fault Tree Handbook, U.S. Nuclear Regulatory Commission, 1981.

A continuación se describen las interacciones que puede llegar a tener una fuga de gas natural que al entrar en contacto con una fuente de ignición se convierte en un Jet Fire (Chorro de Fuego), con la infraestructura presente (unidades médicas, instituciones educativas, viviendas e instalaciones de riesgo), describiendo las consecuencias en caso de presentarse dicho escenario.

**TABLA RESUMEN**

COMPAÑÍA DE AUTOABASTECEDORES DE GAS NATURAL DE MORELOS, S.A. DE C.V.				Escenario 35. YAUTEPEC, MORELOS								
% de Ruptura por un impacto.  Cadenamamiento 36+500  Yautepec, Morelos.	Jet Fire  Eventos 35.1 y 35.2		Ver Figura VI.3.2.205 y VI.3.2.206		Explosión no confinada  Eventos 35.3 y 35.4		Ver Figuras VI.3.2.207 y VI.3.2.208		Chorro Horizontal  Eventos 35.5 y 35.6		Ver Figuras VI.3.2.209 y VI.3.2.210	
	Radios de afectación (R.A) (m)		Radiación Térmica (RT) Zonas de Riesgo (ZR)		Radios de Afectación (m)		Sobrepresión y Zonas de Riesgo.		Radios de Afectación (m)		Isoconcentración (ppm)	
Evento al 100%	35.1	86,59	ZAR 5 Kw/m <sup>2</sup>	35.3	202,35	ZAR 1 psi	35.5	692,24	10 000			
		162,67	ZA 1.4 Kw/m <sup>2</sup>		343,97	ZA 0,5 psi		0	50 000			
Evento al 20%	35.2	18,63	ZAR	35.4	69,2	ZAR	35.6	172,72	10 000			
		34,9	ZA		117,63	ZA		2,64	50 000			
								0	150 000			



<b>Efectos sobre la población y/o infraestructura existentes en la ZA y ZAR</b>																			
Jet Fire (Ver Figura VI.3.2.205 y VI.3.2.206)	<ul style="list-style-type: none"> <li>⌘ <u>Infraestructura dentro de la ZAR (73 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 86 m).</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 160 al momento de que ocurra el siniestro.</li> <li>- En este punto se localiza el cañón de Lobos.</li> </ul> </li> <li>⌘ <u>Personas que transiten por la carretera Federal No 160, mismas que se encuentren dentro de la ZAR (18 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 86 m):</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 13 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo,</li> <li>- A los 40 segundos, presentarán quemaduras de segundo grado, considerando también asfixia por la disminución de Oxígeno y la exposición a los humos generados.</li> </ul> </li> <li>⌘ <u>Infraestructura presente en la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 86 hasta 162 m).</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 160 al momento de que ocurra el siniestro.</li> </ul> </li> <li>⌘ <u>Personas que transiten por la carretera Federal No. 160, mismas que se encuentren dentro de la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 86 hasta 162 m), al momento que ocurra el siniestro:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 115 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo en la piel expuesta,</li> <li>- Después de 663 segundos (11.05 min.), presentarán quemaduras de segundo grado.</li> </ul> </li> </ul>																		
Explosión no Confinada (Ver Figura VI.3.2.207 y VI.3.2.208)	<ul style="list-style-type: none"> <li>⌘ <u>Infraestructura y habitantes presentes en la ZAR (842,8 psi a 1 psi en un radio de 0 m hasta 202 m) y ZA (1 psi a 0,5 psi en un radio a partir de 202 m hasta 343 m).</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 160 al momento de que ocurra la explosión.</li> </ul> </li> </ul> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 20%;">Sobrepresión</th> <th>Daño esperado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1.0</td> <td>Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2.0</td> <td>Colapso parcial de muros y techos de casas.</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3.0</td> <td>Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">4.0</td> <td>Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">5.0</td> <td>Postes de madera arrancados</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">7.0</td> <td>Volcadura de carros de ferrocarril con carga</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">9.0</td> <td>Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">10.0</td> <td>Posible destrucción total de edificios.</td> </tr> </tbody> </table>	Sobrepresión	Daño esperado	1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.	2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.	3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.	4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.	5.0	Postes de madera arrancados	7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga	9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.	10.0	Posible destrucción total de edificios.
Sobrepresión	Daño esperado																		
1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.																		
2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.																		
3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.																		
4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.																		
5.0	Postes de madera arrancados																		
7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga																		
9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.																		
10.0	Posible destrucción total de edificios.																		
Chorro Horizontal (Ver Figura VI.3.2.209 y VI.3.2.210)	Daños en la salud de los habitantes localizados dentro de cualquiera de los radios de afectación, ya que de acuerdo a la <b>OSHA (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional)</b> , el gas natural se considera como un asfixiante simple a cualquier concentración, por lo que no se establecen tiempos máximos permisibles de exposición a dicha sustancia de acuerdo a la NOM-010-STPS-1999.																		

Por lo anterior, Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V. deberá de:

- Realizar celajes diarios por parte de técnicos capacitados (equipados con Radio con frecuencia controlada y con teléfono celular) y contar con registros de las verificaciones a realizar en cada uno de los recorridos por las instalaciones,



- Contar con un sistema de comunicación directa con oficinas de ELECENOR, para reportar cualquier falla en el suministro de Gas, así como cualquier emergencia que requiera el cierre del Gasoducto operado por ELECENOR. Así mismo mantener comunicación permanente mediante Radio de frecuencia controlada con el personal responsable de la operación del Gasoducto,
- Elaborar y poner en práctica un programa de capacitación dirigido al personal operativo, en relación a los procedimientos establecidos para la ejecución de las actividades de mantenimiento,
- Elaborar y poner en práctica una lista de verificación de tuberías, con el objeto de llevar un control en cuanto a la integridad mecánica de las mismas,
- Las actividades de verificación visual, se deberán realizar diariamente, y al detectar alguna anomalía en la instalación, actuar correctamente con apego a los procedimientos establecidos,
- Instalar letreros y señalamientos alusivos al peligro que representa la instalación, con el objeto de alertar a las personas que transitan por dicha zona.

**Radios de Afectación  
Eventos 35.1 y 35.2**

Incendio (Radiación Térmica):

**Evento 35.1**

<b>Cadenamiento 36+500 (Fuga del 100%)</b>	
<b>Zonas de Riesgo</b>	<b>Radios de Afectación (m)</b>
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m <sup>2</sup> )	86,59
Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m <sup>2</sup> )	162,67

**Evento 35.2**

<b>Cadenamiento 36+500 (Fuga del 20%)</b>	
<b>Zonas de Riesgo</b>	<b>Radios de Afectación (m)</b>
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m <sup>2</sup> )	18,63
Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m <sup>2</sup> )	34,9



**Figura VI.3.2.205** Evento 35.1 Incendio (Radiación Térmica). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m<sup>2</sup>) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m<sup>2</sup>) en color amarillo.



**Figura VI.3.2.206** Evento 35.2 Incendio (Radiación Térmica). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5





KW/m<sup>2</sup>) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m<sup>2</sup>) en color amarillo.

### Evento 35.3. Explosión no Confinada.



#### SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

#### Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas

TITULO DEL MODELO					
Escenario 35. Evento 35.3					
DESCRIPCION					
Explosión no confinada originada por una fuga de gas natural debido a la ruptura diametral del 100% del gasoducto de acero de 8" de diámetro en el cadenamiento 36 + 500.					
DATOS DE LA SUSTANCIA					
Nombre	METANO (METHANE)			Sinónimos	
No. CAS	74-82-8			FIRE DAMP	
Nombre CAS	METHANE			MARSH GAS	
Nombre IUPAC	METHANE			METHYL HYDRIDE	
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)			REFRIGERANT 50	
Subfamilia	()				
Fórmula	CH4				
Estructura	CH4				
PARAMETROS DE ENTRADA					
Peso del material en la nube				73.1484 kg	
Factor de Eficiencia Explosiva				0.03	
Límite Inferior de Explosividad				5%	
Límite Superior de Explosividad				15%	
Calor de Combustión				50029 kJ/kg	
Calor de Combustión del TNT (RMP)				4680 kJ/kg	
Masa Equivalente en TNT				23.4585981 kg	
Distancia mínima de cálculo				0.192942209750237	
Distancia máxima de cálculo				114.505762463049	
Distancia total del cálculo				114.312820253298	
PRESION CALCULADA A DISTANCIAS DE INTERÉS					
Distancia (m)	Presión (kPa)	Presión (psi)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
5.0000000	387.6505967	56.2244328	1.3165955	153.1351400	2.0518352
10.0000000	84.5860658	12.2682736	4.6119166	81.1697327	3.1668962
20.0000000	24.9462271	3.6181744	13.4477801	43.6451090	4.2613614
30.0000000	13.8875473	2.0142352	22.9553677	29.6404664	4.8606565
50.0000000	7.1869191	1.0423831	42.5902181	18.0885239	5.7068266
70.0000000	4.6948418	0.6809349	62.7933627	13.0353200	6.2686227
100.0000000	2.8642550	0.4154285	93.1043622	9.0999461	6.8756470
150.0000000					
200.0000000					
DISTANCIAS CALCULADAS SEGÚN LAS PRESIONES DE INTERÉS					
Presión (kPa)	Presión (psi)	Distancia (m)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
137.8940000	20.0000000	7.9083239	3.0622064	99.7882456	2.5999234
103.4205000	15.0000000	9.0605332	3.8923182	88.4784205	2.9550329
68.9470000	10.0000000	11.0956068	5.4905268	74.1406631	3.3676192
34.4735000	5.0000000	16.3373738	10.0640349	52.6017820	3.9775200
27.5788000	4.0000000	18.7537781	12.2866774	46.3417006	4.1712131
20.6841000	3.0000000	22.6439618	15.9340331	38.8236311	4.4377880
13.7894000	2.0000000	30.1570047	23.1065135	29.4913465	4.8688623
6.8947000	1.0000000	51.6897351	44.2813291	17.5166443	5.7630431
3.4473500	0.5000000	87.8641629	80.9068542	10.3847593	6.6462484



**Evento 35.4. Explosión no Confinada**



**SCRI-FUEGO**

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

**Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas**

TITULO DEL MODELO					
Escenario 35. Evento 35.4					
DESCRIPCION					
Explosión no confinada originada por una fuga de gas natural debido a la ruptura diametral del 20% del gasoducto de acero de 8" de diámetro en el cadenamiento 36 + 500.					
DATOS DE LA SUSTANCIA					
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos			
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP			
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS			
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE			
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50			
Subfamilia	()				
Fórmula	CH4				
Estructura	CH4				
PARAMETROS DE ENTRADA					
Peso del material en la nube					0.04064 kg
Factor de Eficiencia Explosiva					0.03
Límite Inferior de Explosividad					5%
Límite Superior de Explosividad					15%
Calor de Combustión					50029 kJ/kg
Calor de Combustión del TNT (RMP)					4680 kJ/kg
Masa Equivalente en TNT					1.30331958974359E-02 kg
Distancia mínima de cálculo					1.58614737768494E-02
Distancia máxima de cálculo					9.41333755302638
Distancia total del cálculo					9.39747607924953
PRESION CALCULADA A DISTANCIAS DE INTERÉS					
Distancia (m)	Presión (kPa)	Presión (psi)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
5.0000000	5.6238847	0.8156823	53.4813514	14.9599905	6.0361092
10.0000000					
20.0000000					
30.0000000					
50.0000000					
70.0000000					
100.0000000					
150.0000000					
200.0000000					
DISTANCIAS CALCULADAS SEGÚN LAS PRESIONES DE INTERÉS					
Presión (kPa)	Presión (psi)	Distancia (m)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
137.8940000	20.0000000	0.6501308	3.0622064	99.7882456	2.5999234
103.4205000	15.0000000	0.7448521	3.8923182	88.4784205	2.9550329
68.9470000	10.0000000	0.9121523	5.4905268	74.1406631	3.3676192
34.4735000	5.0000000	1.3430697	10.0640349	52.6017820	3.9775200
27.5788000	4.0000000	1.5417184	12.2866774	46.3417006	4.1712131
20.6841000	3.0000000	1.8615243	15.9340331	38.8236311	4.4377880
13.7894000	2.0000000	2.4791596	23.1065135	29.4913465	4.8688623
6.8947000	1.0000000	4.2493313	44.2813291	17.5166443	5.7630431
3.4473500	0.5000000	7.2231738	80.9068542	10.3847593	6.6462484



### Radios de Afectación Eventos 35.3 y 35.4

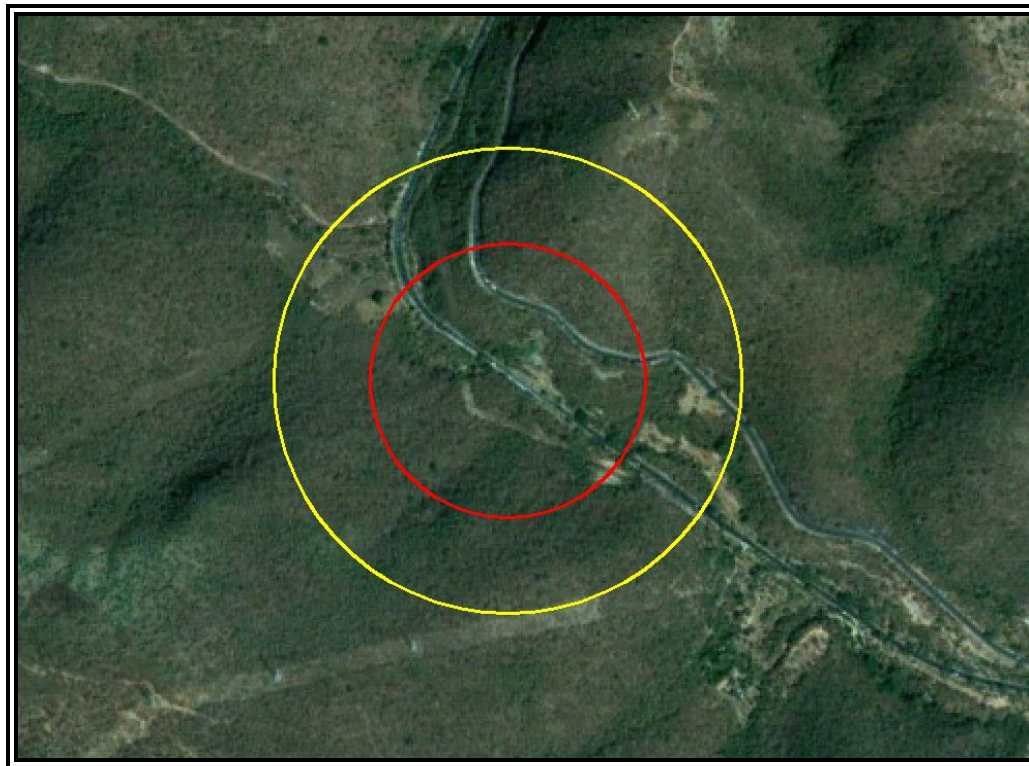
❖ Sobrepresión (Explosión):

#### Evento 35.3

Cadenamiento 36+500 (Fuga del 100%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1.0 psi)	202,35
Zona de Amortiguamiento (ZA) (0.5 psi)	343,97

#### Evento 35.4

Cadenamiento 36+500 (Fuga del 20%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1.0 psi)	69,2
Zona de Amortiguamiento (ZA) (0.5 psi)	117,63



**Figura VI.3.2.207** Evento 35.3 Explosión no Confinada (Sobrepresión). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1 PSI) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (0,5 PSI) en color amarillo.



**Figura VI.3.2.208** Evento 35.4 Explosión no Confinada (Sobrepresión). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1 PSI) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (0,5 PSI) en color amarillo.

**Radios de Afectación  
Eventos 35.5 y 35.6**

❖ Chorro Horizontal (Isoconcentraciones):

**Evento 35.5**

Cadenamiento 36+500 (Fuga del 100%)	
Isoconcentraciones	Radios de Afectación (m)
10 000 ppm	692,24
50 000 ppm	0
150 000 ppm	0

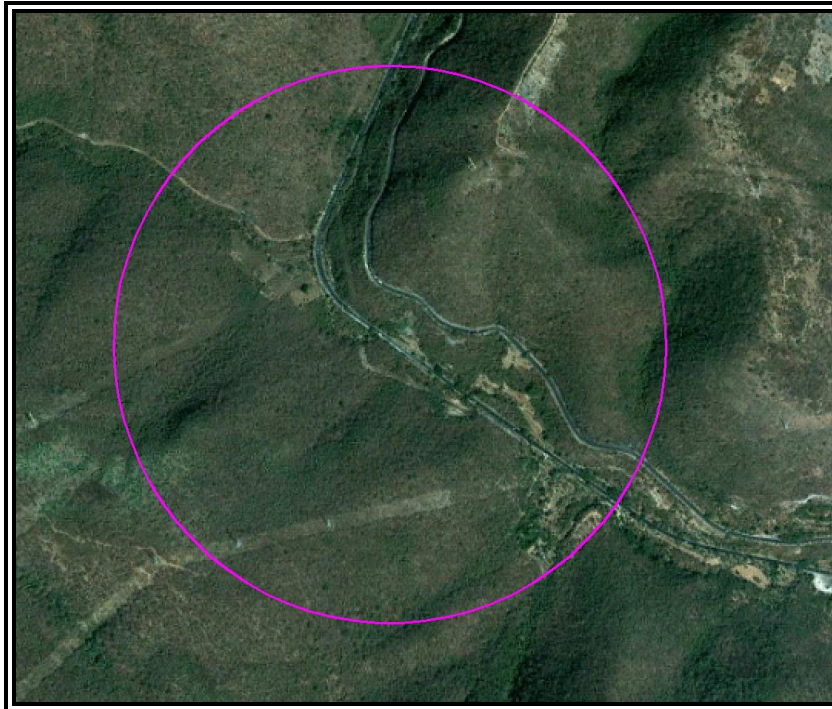
**Evento 35.6**

Cadenamiento 36+500 (Fuga del 20%)	
Isoconcentraciones	Radios de Afectación (m)
10 000 ppm	172,72
50 000 ppm	2,64
150 000 ppm	0





**Figura VI.3.2.208** Evento 35.5. Radios de concentraciones de Gas Natural en partes por millón (ppm).



**Figura VI.3.2.210** Evento 35.6. Radios de concentraciones de Gas Natural en partes por millón (ppm).

**Escenario 36: Cadenamiento 30+000 de la trayectoria del gasoducto de acero al carbón de 8"Φ en el municipio de Yautepec, con una rotura diametral del 100% y 20%.**

Se presenta una fuga de Gas Natural en el cadenamiento 30+000 de la trayectoria del gasoducto de acero al carbón de 8"Φ en el municipio de Yautepec; dicha fuga es causada por una rotura en el gasoducto a causa del impacto en la estructura del mismo con maquinaria pesada debido a los trabajos no autorizados de excavación en el derecho de vía del gasoducto.

Consideraciones.

- El tiempo máximo de respuesta por parte del personal operativo para mitigar la fuga en el gasoducto de 8"Φ se considera de 15 minutos, debido a que se cuenta con válvulas de bloqueo y medidores de presión que emiten señales a través del sistema de control de Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V.. Además de contar con vialidades existentes en la zona, lo que permite un acceso rápido a la instalación.
- El tipo de liberación de la fuga es continuo durante el tiempo que ocurre.
- A 60 segundos, después de haberse generado la fuga, el Gas Natural entra en contacto con una fuente de ignición (chispa), lo cual provoca un JET FIRE.
- El gas inflamable que se escapa por la rotura del gasoducto, forma una atmósfera explosiva la cual alcanza un punto de ignición (chispa) generado por un vehículo al transitar por la zona, a los 60 segundos de concentración de la nube, originando una explosión no confinada.



- El diámetro del orificio es de 203,2 mm para la rotura del 100% y de 40,64 mm para la rotura del 20% del gasoducto de 8"Φ.

Condiciones ambientales y de operación.

- Temperatura del Gas en la tubería: 25°C,
- Velocidad del viento: 1 m/s,
- Humedad relativa: 60%,
- Presión del gas en la tubería: 21,5 Kg/cm<sup>2</sup> (2 109,2 KPa)
- Altura de la fuente de emisión: 1 m.

**Evento 36.1. JET FIRE**



**SCRI-FUEGO**

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

**Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)**

TITULO DEL MODELO			
Escenario No. 36. Evento 36.1			
DESCRIPCION			
Chorro de fuego ocasionado por una fuga de gas natural provocada por la ruptura diametral del 100% del gasoducto de 8" de diámetro en el Cadenamiento 30 + 000.			
DATOS DE LA SUSTANCIA			
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos	
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP	
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS	
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE	
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50	
Subfamilia	()		
Fórmula	CH4		
Estructura	CH4		
PARAMETROS DE ENTRADA			
Peso Molecular		16.04246 kg/kmol	
Calor de Combustión		50029.0 kJ/kg	
Concentración Estequiométrica		9.5 %	
Temperatura de Ebullición		111.66 °K (-161.49 °C)	
Humedad relativa		60.00 %	
Temperatura ambiente		298.15 °K (25.00 °C)	
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO			
Diámetro del orificio		0.2032 m	
Presión en la tubería		2109200.0 Pa	
Coefficiente de descarga		0.63	
Longitud de la flama		43.13749 m	
Tasa de emisión de masa		73.148485 kg /s	
Clase de emisión		Flujo Sónico	
RADIACION CALCULADA A DISTANCIAS ESPECIFICAS			
Distancia a nivel de piso (m)	Distancia a fuente puntual (m)	Transmisividad	Radiación (kW/m <sup>2</sup> )



## Evento 36.2. JET FIRE



### SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

#### Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)

TITULO DEL MODELO		
Escenario No. 36. Evento 36.2		
DESCRIPCIÓN		
Chorro de fuego ocasionado por una fuga de gas natural provocada por la ruptura diametral del 20% del gasoducto de 8" de diámetro en el cadenamiento 30 + 000.		
DATOS DE LA SUSTANCIA		
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50
Subfamilia	()	
Fórmula	CH <sub>4</sub>	
Estructura	CH <sub>4</sub>	
PARAMETROS DE ENTRADA		
Peso Molecular		16.04246 kg/kmol
Calor de Combustión		50029.0 kJ/kg
Concentración Estequiométrica		9.5 %
Temperatura de Ebullición		111.66 °K (-161.49 °C)
Humedad relativa		60.00 %
Temperatura ambiente		298.15 °K (25.00 °C)
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO		
Diámetro del orificio		0.04064 m
Presión en la tubería		2109200.0 Pa
Coefficiente de descarga		0.63
Longitud de la flama		8.627498 m
Tasa de emisión de masa		2.925939 kg /s
Clase de emisión		Flujo Sónico
RADIACIÓN CALCULADA A DISTANCIAS ESPECIFICAS		





### **Análisis de interacciones del Escenario 36.**

El presente escenario consiste en la formación de un Chorro de Fuego originado por una fuga de Gas Natural en el gasoducto, provocada por la ruptura diametral del 100% y 20% en el cadenamiento 30+000 de la trayectoria del gasoducto de 8"Φ a causa del impacto con maquinaria pesada debido a los trabajos no autorizados de excavación en el derecho de vía de mismo, lo cual puede llegar a ser catastrófico para la infraestructura presente en la zona donde se suscita el evento. Por tal efecto, y con fundamento en el análisis de riesgo mediante la metodología de Árbol de Fallas, se utilizó el software Árbol de Fallas (FaultrEASE; Arthur D Little. Hazard Prevention Magazine) (Ver Anexo No. 10 Árboles de Falla), para determinar la probabilidad de ocurrencia de un incendio en el gasoducto principal de transporte, involucrando causas probables, tales como: fallas de instrumentos y/o accesorios y del material de construcción, principalmente, de lo anterior, y como resultado final se tiene que la probabilidad de ocurrencia de un escenario como el que se plantea es de  $7 \times 10^{-6}$ , lo cual de acuerdo a la Fuente de información consultada, lo cataloga como improbable.

**Fuente: (1) Modelo de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones. Dinámica Heurística. 2005**

**(2) Loss Prevention in the Process Industries, Frank P less, second Edition, 1996. Ed. HB Vol. I, II y III. Hazard Identification Assessment and Control**

**(3) Guidelines for Consequence Analysis of Chemical Releases. American Institute of Chemical Engineers (AIChE). 1999.**

**(4) Guideline for Hazard Evaluation Procedures, Second Edition, AIChE 1992.**

**(5) Fault Tree Handbook, U.S. Nuclear Regulatory Commission, 1981.**

A continuación se describen las interacciones que puede llegar a tener una fuga de gas natural que al entrar en contacto con una fuente de ignición se convierte en un Jet Fire (Chorro de Fuego), con la infraestructura presente (unidades médicas, instituciones educativas, viviendas e instalaciones de riesgo), describiendo las consecuencias en caso de presentarse dicho escenario.



**TABLA RESUMEN**

COMPAÑÍA DE AUTOABASTECEDORES DE GAS NATURAL DE MORELOS, S.A. DE C.V.				Escenario 36. YAUTEPEC, MORELOS					
% de Ruptura por un impacto.  Cadenamiento 30+000  Yautepec, Morelos.	Jet Fire  Eventos 36.1 y 36.2		Explosión no confinada  Eventos 36.3 y 36.4		Chorro Horizontal  Eventos 36.5 y 36.6				
	Radios de afectación (R.A) (m)	Ver Figura VI.3.2.211 y VI.3.2.212  Radiación Térmica (RT) Zonas de Riesgo (ZR)	Radios de Afectación (m)	Ver Figuras VI.3.2.213 y VI.3.2.214  Sobrepresión y Zonas de Riesgo.	Radios de Afectación (m)	Ver Figuras VI.3.2.215 y VI.3.2.216  Isoconcentración (ppm)			
Evento al 100%	36.1	86,59	ZAR 5 Kw/m <sup>2</sup>	36.3	202,35	ZAR 1 psi	36.5	692,24	10 000
		162,67	ZA 1.4 Kw/m <sup>2</sup>		343,97	ZA 0,5 psi		0	50 000
Evento al 20%	36.2	18,63	ZAR	36.4	69,2	ZAR	36.6	172,72	10 000
		34,9	ZA		117,63	ZA		2,64	50 000
								0	150 000

**Efectos sobre la población y/o infraestructura existentes en la ZA y ZAR**

<p>Jet Fire (Ver Figura VI.3.2.211 y VI.3.2.212)</p>	<p>⌘ <u>Infraestructura dentro de la ZAR (73 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 86 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 160 al momento de que ocurra el siniestro.</li> <li>- 2 estaciones para el abastecimiento de combustibles (Gasolineras) a 85 m de distancia,</li> <li>- Establecimientos comerciales a 35 m.</li> </ul> <p>⌘ <u>Personas que transiten por la carretera Federal No 160, mismas que se encuentren dentro de la ZAR (18 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 86 m):</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 13 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo,</li> <li>- A los 40 segundos, presentarán quemaduras de segundo grado, considerando también asfixia por la disminución de Oxígeno y la exposición a los humos generados.</li> </ul> <p>⌘ <u>Infraestructura presente en la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 86 hasta 162 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 160 al momento de que ocurra el siniestro.</li> <li>- 2 estaciones para el abastecimiento de combustibles (Gasolineras) a 85 m de distancia,</li> <li>- Establecimientos comerciales a 35 m.</li> </ul> <p>⌘ <u>Personas que transiten por la carretera Federal No. 160, mismas que se encuentren dentro de la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 86 hasta 162 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 115 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo en la piel expuesta,</li> <li>- Después de 663 segundos (11.05 min.), presentarán quemaduras de segundo grado.</li> </ul>
--	--



Explosión no Confinada (Ver Figura VI.3.2.213 y VI.3.2.214)	<p>⌘ <u>Infraestructura y habitantes presentes en la ZAR (842.8 psi a 1 psi en un radio de 0 m hasta 202 m) y ZA (1 psi a 0,5 psi en un radio a partir de 202 m hasta 343 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 160 al momento de que ocurra la explosión.</li> <li>- 2 estaciones para el abastecimiento de combustibles (Gasolineras) a 85 m de distancia,</li> <li>- Establecimientos comerciales a 35 m,</li> <li>- Terrenos agrícolas en un radio de 300 m.</li> </ul>	
	Sobrepresión	Daño esperado
	1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.
	2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.
	3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.
	4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.
	5.0	Postes de madera arrancados
	7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga
	9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.
10.0	Posible destrucción total de edificios.	
Chorro Horizontal (Ver Figura VI.3.2.215 y VI.3.2.216)	<p>Daños en la salud de los habitantes localizados dentro de cualquiera de los radios de afectación, ya que de acuerdo a la <b>OSHA (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional)</b>, el gas natural se considera como un asfixiante simple a cualquier concentración, por lo que no se establecen tiempos máximos permisibles de exposición a dicha sustancia de acuerdo a la NOM-010-STPS-1999.</p>	

Por lo anterior, Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V. deberá de:

- Realizar celajes diarios por parte de técnicos capacitados (equipados con Radio con frecuencia controlada y con teléfono celular) y contar con registros de las verificaciones a realizar en cada uno de los recorridos por las instalaciones,
- Contar con un sistema de comunicación directa con oficinas de ELEC NOR, para reportar cualquier falla en el suministro de Gas, así como cualquier emergencia que requiera el cierre del Gasoducto operado por ELEC NOR. Así mismo mantener comunicación permanente mediante Radio de frecuencia controlada con el personal responsable de la operación del Gasoducto,
- Elaborar y poner en práctica un programa de capacitación dirigido al personal operativo, en relación a los procedimientos establecidos para la ejecución de las actividades de mantenimiento,
- Elaborar y poner en práctica una lista de verificación de tuberías, con el objeto de llevar un control en cuanto a la integridad mecánica de las mismas,
- Las actividades de verificación visual, se deberán realizar diariamente, y al detectar alguna anomalía en la instalación, actuar correctamente con apego a los procedimientos establecidos,
- Instalar letreros y señalamientos alusivos al peligro que representa la instalación, con el objeto de alertar a las personas que transitan por dicha zona.

**Radios de Afectación  
Eventos 36.1 y 36.2**



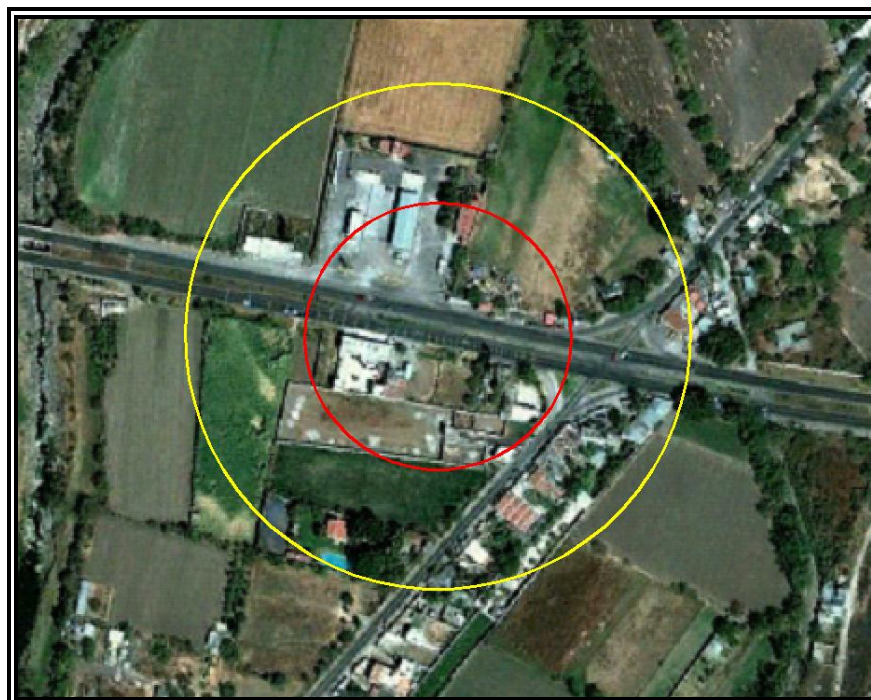
Incendio (Radiación Térmica):

**Evento 36.1**

Cadenamiento 30+000 (Fuga del 100%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m <sup>2</sup> )	86,59
Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m <sup>2</sup> )	162,67

**Evento 36.2**

Cadenamiento 30+000 (Fuga del 20%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m <sup>2</sup> )	18,63
Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m <sup>2</sup> )	34,9



**Figura VI.3.2.211** Evento 36.1 Incendio (Radiación Térmica). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m<sup>2</sup>) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m<sup>2</sup>) en color amarillo.





**Figura VI.3.2.212** Evento 36.2 Incendio (Radiación Térmica). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m<sup>2</sup>) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m<sup>2</sup>) en color amarillo.

**Evento 36.3. Explosión no Confinada.**



**SCRI-FUEGO**

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas

TITULO DEL MODELO		
Escenario 36. Evento 36.3		
DESCRIPCIÓN		
Explosión no confinada originada por una fuga de gas natural debido a la ruptura diametral del 100% del gasoducto de acero de 8" de diámetro en el cadenamiento 30 + 000.		
DATOS DE LA SUSTANCIA		
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50
Subfamilia	()	
Fórmula	CH4	
Estructura	CH4	
PARAMETROS DE ENTRADA		
Peso del material en la nube		73.1484 kg
Factor de Eficiencia Explosiva		0.03
Límite Inferior de Explosividad		5%
Límite Superior de Explosividad		15%
Calor de Combustión		50029 kJ/kg
Calor de Combustión del TNT (RMP)		4680 kJ/kg
Masa Equivalente en TNT		23.4585981 kg
Distancia mínima de cálculo		0.192942209750237
Distancia máxima de cálculo		114.505762463049
Distancia total del cálculo		114.312820253298
PRESION CALCULADA A DISTANCIAS DE INTERÉS		

S  
A



### Evento 36.4. Explosión no Confinada



#### SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

#### Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas

TITULO DEL MODELO	
Escenario 36. Evento 36.4	
DESCRIPCION	
Explosión no confinada originada por una fuga de gas natural debido a la ruptura diametral del 20% del gasoducto de acero de 8" de diámetro en el cadenamiento 30 + 000.	
DATOS DE LA SUSTANCIA	
Nombre	METANO (METHANE)
No. CAS	74-82-8
Nombre CAS	METHANE
Nombre IUPAC	METHANE
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)
Subfamilia	()
Fórmula	CH4
Estructura	CH4
Sinónimos	FIRE DAMP MARSH GAS METHYL HYDRIDE REFRIGERANT 50
PARAMETROS DE ENTRADA	
Peso del material en la nube	0.04064 kg
Factor de Eficiencia Explosiva	0.03
Limite Inferior de Explosividad	5%
Limite Superior de Explosividad	15%
Calor de Combustión	5002.9 kJ/kg
Calor de Combustión del TNT (RMP)	4680 kJ/kg
Masa Equivalente en TNT	1.30331958974359E-02 kg
Distancia mínima de cálculo	1.58614737768494E-02
Distancia máxima de cálculo	9.41333755302638
Distancia total del cálculo	9.39747607924953
PRESION CALCULADA A DISTANCIAS DE INTERÉS	

A C O



**Radios de Afectación  
Eventos 36.3 y 36.4**

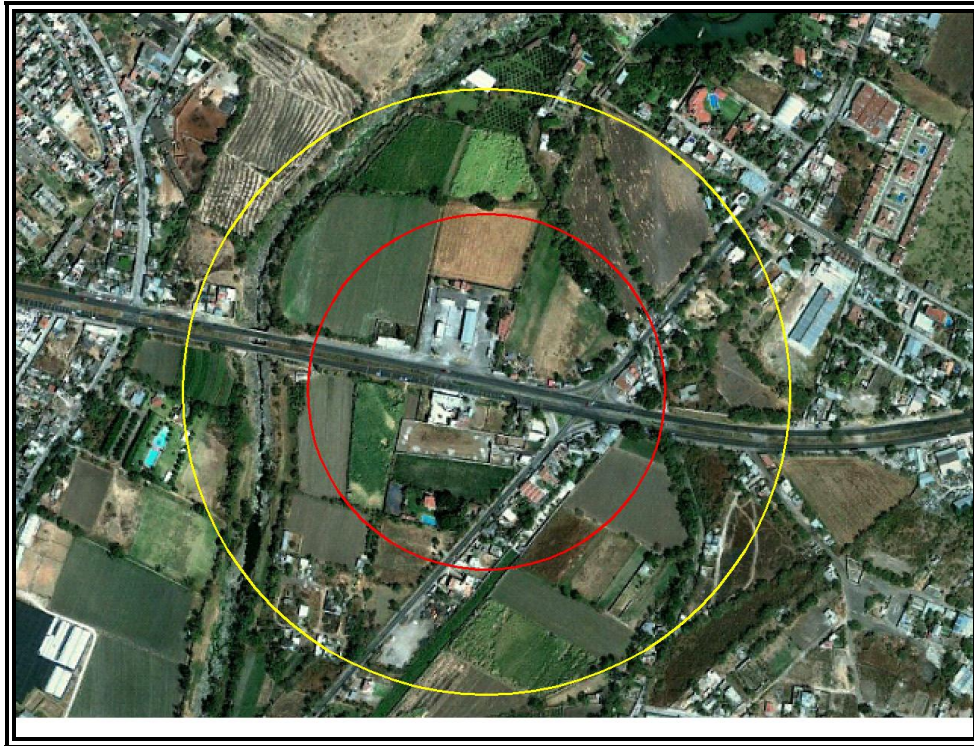
❖ Sobrepresión (Explosión):

**Evento 36.3**

Cadenamiento 30+000 (Fuga del 100%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1.0 psi)	202,35
Zona de Amortiguamiento (ZA) (0.5 psi)	343,97

**Evento 36.4**

Cadenamiento 30+000 (Fuga del 20%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1.0 psi)	69,2
Zona de Amortiguamiento (ZA) (0.5 psi)	117,63



**Figura VI.3.2.213** Evento 36.3 Explosión no Confinada (Sobrepresión). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1 PSI) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (0,5 PSI) en color amarillo.





**Figura VI.3.2.214** Evento 36.4 Explosión no Confinada (Sobrepresión). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1 PSI) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (0,5 PSI) en color amarillo.

**Radios de Afectación  
Eventos 36.5 y 36.6**

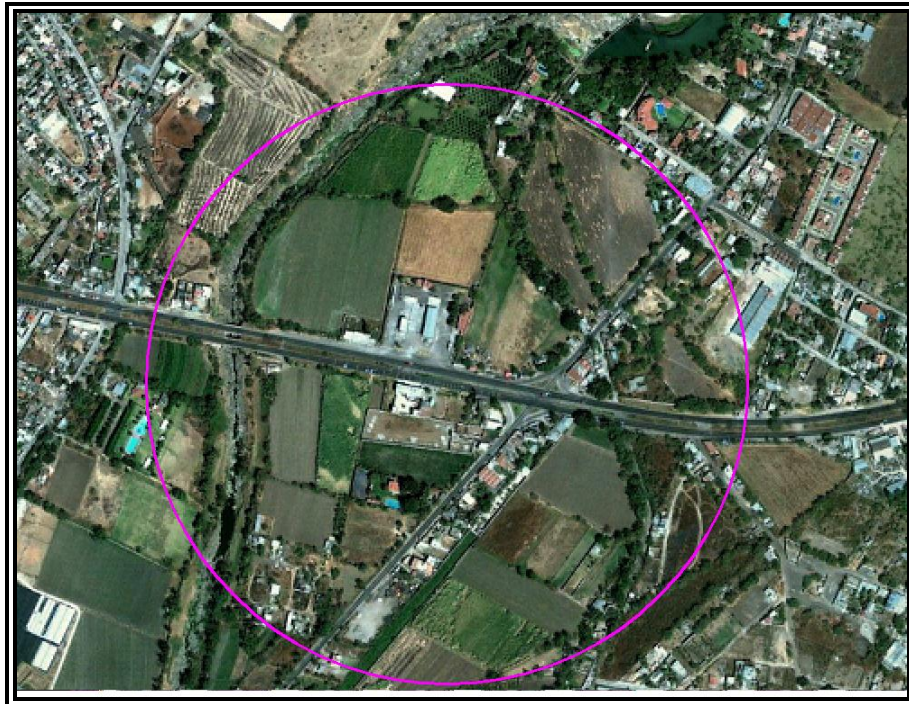
❖ Chorro Horizontal (Isoconcentraciones):

**Evento 36.5**

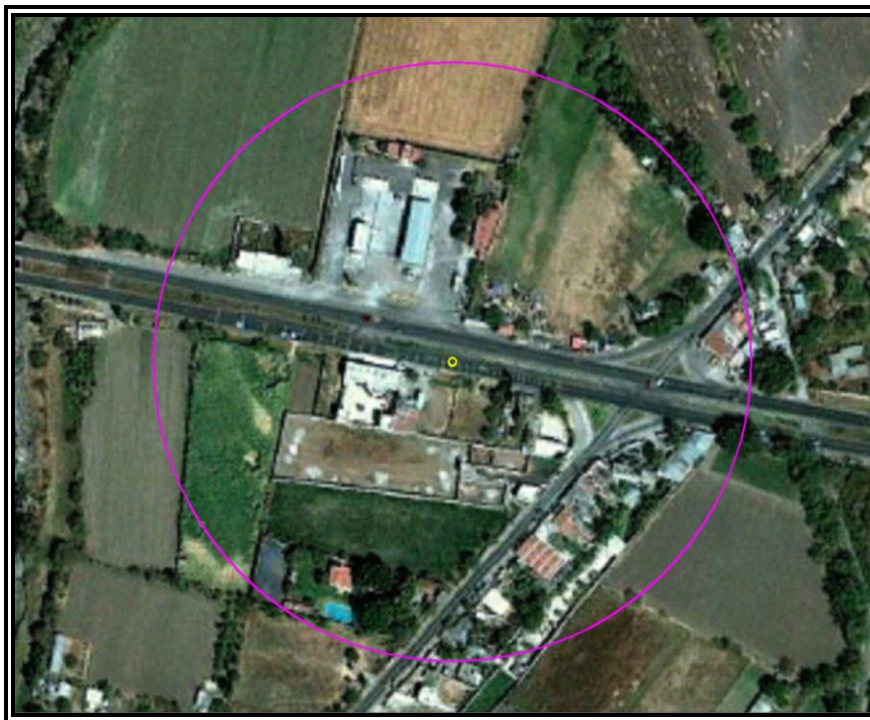
Cadenamiento 30+000 (Fuga del 100%)	
Isoconcentraciones	Radios de Afectación (m)
10 000 ppm	692,24
50 000 ppm	0
150 000 ppm	0

**Evento 36.6**

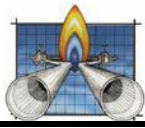
Cadenamiento 30+000 (Fuga del 20%)	
Isoconcentraciones	Radios de Afectación (m)
10 000 ppm	172,72
50 000 ppm	2,64
150 000 ppm	0



**Figura VI.3.2.215** Evento 36.5. Radios de concentraciones de Gas Natural en partes por millón (ppm).



**Figura VI.3.2.216** Evento 36.6. Radios de concentraciones de Gas Natural en partes por millón (ppm).



**Escenario 37: Cadenamiento 11+500 de la trayectoria del gasoducto de acero al carbón de 10"Φ en el municipio de Cuautla, con una rotura diametral del 100% y 20%.**

Se presenta una fuga de Gas Natural en el cadenamiento 11+500 de la trayectoria del gasoducto de acero al carbón de 10"Φ en el municipio de Cuautla; dicha fuga es causada por una rotura en el gasoducto a causa del impacto en la estructura del mismo con maquinaria pesada debido a los trabajos no autorizados de excavación en el derecho de vía del gasoducto.

Consideraciones.

- El tiempo máximo de respuesta por parte del personal operativo para mitigar la fuga en el gasoducto de 10"Φ se considera de 15 minutos, debido a que se cuenta con válvulas de bloqueo y medidores de presión que emiten señales a través del sistema de control de Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V.. Además de contar con vialidades existentes en la zona, lo que permite un acceso rápido a la instalación.
- El tipo de liberación de la fuga es continuo durante el tiempo que ocurre.
- A 60 segundos, después de haberse generado la fuga, el Gas Natural entra en contacto con una fuente de ignición (chispa), lo cual provoca un JET FIRE.
- El gas inflamable que se escapa por la rotura del gasoducto, forma una atmósfera explosiva la cual alcanza un punto de ignición (chispa) generado por un vehículo al transitar por la zona, a los 60 segundos de concentración de la nube, originando una explosión no confinada.
- El diámetro del orificio es de 254 mm para la rotura del 100% y de 50,8 mm para la rotura del 20% del gasoducto de 10"Φ.

Condiciones ambientales y de operación.

- Temperatura del Gas en la tubería: 25°C,
- Velocidad del viento: 1 m/s,
- Humedad relativa: 60%,
- Presión del gas en la tubería: 21,5 Kg/cm<sup>2</sup> (2 109,2 KPa)
- Altura de la fuente de emisión: 1 m.





Evento 37.1. JET FIRE



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)

TITULO DEL MODELO			
Escenario No. 37. Evento 37.1			
DESCRIPCION			
Chorro de fuego ocasionado por una fuga de gas natural provocada por la ruptura diametral del 100% del gasoducto de acero de 10" de diámetro en el cadenamiento 11 + 500.			
DATOS DE LA SUSTANCIA			
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos	
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP	
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS	
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE	
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50	
Subfamilia	()		
Fórmula	CH4		
Estructura	CH4		
PARAMETROS DE ENTRADA			
Peso Molecular	16.04246 kg/kmol		
Calor de Combustión	50029.0 kJ/kg		
Concentración Estequiométrica	9.5 %		
Temperatura de Ebullición	111.66 °K (-161.49 °C)		
Humedad relativa	60.00 %		
Temperatura ambiente	298.15 °K (25.00 °C)		
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO			
Diámetro del orificio	0.254 m		
Presión en la tubería	2109200.0 Pa		
Coefficiente de descarga	0.63		
Longitud de la flama	53.921863 m		
Tasa de emisión de masa	114.294508 kg/s		
Clase de emisión	Flujo Sónico		
RADIACIÓN CALCULADA A DISTANCIAS ESPECÍFICAS			
Distancia a nivel de piso (m)	Distancia a fuente puntual (m)	Transmisividad	Radiación (kW/m2)
10.000	29.695	0.75	77.8295
25.000	37.508	0.74	47.7700
50.000	57.287	0.71	19.7117
60.000	66.195	0.70	14.5725
70.000	75.378	0.69	11.1077
80.000	84.746	0.69	8.6956
90.000	94.243	0.68	6.9643
100.000	103.836	0.67	5.6872
150.000	152.584	0.65	2.5441
200.000	201.945	0.63	1.4162
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECÍFICOS			
Radiación (kW/m2)	Distancia (m)	Dosis (W/m2) <sup>4/3</sup> tiempo de exposición= 60.00s	Dosis (W/m2) <sup>4/3</sup> tiempo de duración= 840.00 s
1.4000 E+00	2.0122 E+02	9.3970 E+05	1.3156 E+07
3.0000 E+00	1.3827 E+02	2.5960 E+06	3.6345 E+07
5.0000 E+00	1.0688 E+02	5.1299 E+06	7.1819 E+07
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE DOSIS DE RADIACIÓN ESPECÍFICAS			
Dosis (W/m2) <sup>3/4</sup>	Distancia (m)		
9.3970 E+05	5.2304 E+02		
2.5960 E+06	3.6264 E+02		
5.1299 E+06	2.8347 E+02		





Evento 37.2. JET FIRE



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)

TITULO DEL MODELO			
Escenario No.37. Evento 37.2			
DESCRIPCIÓN			
Chorro de fuego originado por una fuga de gas natural, ocasionada por la ruptura diametral del 20% del gasoducto de acero de 10" de diámetro de diámetro.			
DATOS DE LA SUSTANCIA			
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos	
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP	
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS	
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE	
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50	
Sub familia	()		
Fórmula	CH4		
Estructura	CH4		
PARAMETROS DE ENTRADA			
Peso Molecular		16.04246 kg/kmol	
Calor de Combustión		50029.0 kJ/kg	
Concentración Estequiométrica		9.5 %	
Temperatura de Ebullición		111.66 °K (-161.49 °C)	
Humedad relativa		60.00 %	
Temperatura ambiente		298.15 °K (25.00 °C)	
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO			
Diámetro del orificio		0.0508 m	
Presión en la tubería		2109200.0 Pa	
Coefficiente de descarga		0.63	
Longitud de la flama		10.784373 m	
Tasa de emisión de masa		4.57178 kg/s	
Clase de emisión		Flujo Sónico	
RADIACIÓN CALCULADA A DISTANCIAS ESPECÍFICAS			
Distancia a nivel de piso (m)	Distancia a fuente puntual (m)	Transmisividad	Radiación (kW/m <sup>2</sup> )
10.000	11.361	0.82	23.1895
25.000	25.575	0.76	4.2539
50.000	50.290	0.72	1.0352
60.000	60.242	0.71	0.7098
70.000	70.207	0.70	0.5154
80.000	80.182	0.69	0.3905
90.000	90.161	0.68	0.3056
100.000	100.145	0.68	0.2454
150.000	150.097	0.65	0.1053
200.000	200.073	0.64	0.0578
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECÍFICOS			
Radiación (kW/m <sup>2</sup> )	Distancia (m)	Dosis (W/m <sup>2</sup> ) <sup>4/3</sup> tiempo de exposición= 60.00s	Dosis (W/m <sup>2</sup> ) <sup>4/3</sup> tiempo de duración= 840.00 s
1.4000 E+00	4.3205 E+01	9.3970 E+05	1.3156 E+07
3.0000 E+00	2.9750 E+01	2.5960 E+06	3.6345 E+07
5.0000 E+00	2.3056 E+01	5.1299 E+06	7.1819 E+07
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE DOSIS DE RADIACIÓN ESPECÍFICAS			
Dosis (W/m <sup>2</sup> ) <sup>3/4</sup>		Distancia (m)	
9.3970 E+05		1.1213 E+02	
2.5960 E+06		7.7767 E+01	
5.1299 E+06		6.0810 E+01	



### Análisis de interacciones del Escenario 37.

El presente escenario consiste en la formación de un Chorro de Fuego originado por una fuga de Gas Natural en el gasoducto, provocada por la ruptura diametral del 100% y 20% en el cadenamamiento 11+500 de la trayectoria del gasoducto de 8"Φ a causa del impacto con maquinaria pesada debido a los trabajos no autorizados de excavación en el derecho de vía de mismo, lo cual puede llegar a ser catastrófico para la infraestructura presente en la zona donde se suscita el evento. Por tal efecto, y con fundamento en el análisis de riesgo mediante la metodología de Árbol de Fallas, se utilizó el software Árbol de Fallas (FaultREASE; Arthur D Little. Hazard Prevention Magazine) (Ver Anexo No. 10 Árboles de Falla), para determinar la probabilidad de ocurrencia de un incendio en el gasoducto principal de transporte, involucrando causas probables, tales como: fallas de instrumentos y/o accesorios y del material de construcción, principalmente, de lo anterior, y como resultado final se tiene que la probabilidad de ocurrencia de un escenario como el que se plantea es de  $7 \times 10^{-6}$ , lo cual de acuerdo a la Fuente de información consultada, lo cataloga como improbable.

- Fuente: (1) Modelo de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones. Dinámica Heurística. 2005  
 (2) Loss Prevention in the Process Industries, Frank P less, second Edition, 1996. Ed. HB Vol. I, II y III. Hazard Identification Assessment and Control  
 (3) Guidelines for Consequence Analysis of Chemical Releases. American Institute of Chemical Engineers (AIChE). 1999.  
 (4) Guideline for Hazard Evaluation Procedures, Second Edition, AIChE 1992.  
 (5) Fault Tree Handbook, U.S. Nuclear Regulatory Commission, 1981.

A continuación se describen las interacciones que puede llegar a tener una fuga de gas natural que al entrar en contacto con una fuente de ignición se convierte en un Jet Fire (Chorro de Fuego), con la infraestructura presente (unidades médicas, instituciones educativas, viviendas e instalaciones de riesgo), describiendo las consecuencias en caso de presentarse dicho escenario.

**TABLA RESUMEN**

COMPAÑÍA DE AUTOABASTECEDORES DE GAS NATURAL DE MORELOS, S.A. DE C.V.				Escenario 37. CUAUTLA, MORELOS					
% de Ruptura por un impacto.	Jet Fire		Ver Figura VI.3.2.217 y VI.3.2.218	Explosión no confinada		Ver Figuras VI.3.2.219 y VI.3.2.220	Chorro Horizontal		Ver Figuras VI.3.2.221 y VI.3.2.222
	Eventos 37.1 y 37.2			Eventos 37.3 y 37.4			Eventos 37.5 y 37.6		
Cadenamiento 11+500	Radios de afectación (R.A) (m)		Radiación Térmica (RT) Zonas de Riesgo (ZR)	Radios de Afectación (m)		Sobrepresión y Zonas de Riesgo.	Radios de Afectación (m)		Isoconcentración (ppm)
Cuatla, Morelos.									
Evento al 100%	37.1	107,14	ZAR 5 Kw/m <sup>2</sup>	37.3	234,8	ZAR 1 psi	37.5	234,8	10 000
		201,36	ZA 1.4 Kw/m <sup>2</sup>		399,1	ZA 0,5 psi		399,14	50 000
Evento al 20%	37.2	23,05	ZAR	37.4	80,3	ZAR	37.6	80,3	10 000
		43,2	ZA		136,5	ZA		136,5	50 000



<b>Efectos sobre la población y/o infraestructura existentes en la ZA y ZAR</b>																			
<p>Jet Fire (Ver Figura VI.3.2.217 y VI.3.2.218)</p>	<p>⌘ <u>Infraestructura dentro de la ZAR (77 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 107 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 115 al momento de que ocurra el siniestro,</li> <li>- Vivero a 60 m de distancia,</li> <li>- Casas habitación de la colonia Año de Juárez a 100 m de distancia.</li> </ul> <p>⌘ <u>Personas que transiten por la carretera Federal No 115, mismas que se encuentren dentro de la ZAR (77 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 107 m):</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 13 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo,</li> <li>- A los 40 segundos, presentarán quemaduras de segundo grado, considerando también asfixia por la disminución de Oxígeno y la exposición a los humos generados.</li> </ul> <p>⌘ <u>Infraestructura presente en la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 107 hasta 201 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 115 al momento de que ocurra el siniestro,</li> <li>- Vivero a 60 m de distancia,</li> <li>- Casas habitación de la colonia Año de Juárez a 100 m de distancia, así como de la colonia Empleado Postal y el Fraccionamiento Cuautla a 300 y 350 m de distancia, respectivamente.</li> </ul> <p>⌘ <u>Personas que transiten por la carretera Federal No. 115, mismas que se encuentren dentro de la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 107 hasta 201 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 115 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo en la piel expuesta,</li> <li>- Después de 663 segundos (11.05 min.), presentarán quemaduras de segundo grado.</li> </ul>																		
	<p>⌘ <u>Infraestructura y habitantes presentes en la ZAR (1 048 psi a 1 psi en un radio de 0 m hasta 234 m) y ZA (1 psi a 0,5 psi en un radio a partir de 234 m hasta 399 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 115 al momento de que ocurra el siniestro,</li> <li>- Vivero a 60 m de distancia,</li> <li>- Casas habitación de la colonia Año de Juárez a 100 m de distancia, así como de la colonia Empleado Postal y el Fraccionamiento Cuautla a 300 y 350 m de distancia, respectivamente.</li> </ul>																		
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Sobrepresión</th> <th>Daño esperado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.0</td> <td>Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.</td> </tr> <tr> <td>2.0</td> <td>Colapso parcial de muros y techos de casas.</td> </tr> <tr> <td>3.0</td> <td>Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.</td> </tr> <tr> <td>4.0</td> <td>Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.</td> </tr> <tr> <td>5.0</td> <td>Postes de madera arrancados</td> </tr> <tr> <td>7.0</td> <td>Volcadura de carros de ferrocarril con carga</td> </tr> <tr> <td>9.0</td> <td>Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.</td> </tr> <tr> <td>10.0</td> <td>Posible destrucción total de edificios.</td> </tr> </tbody> </table>	Sobrepresión	Daño esperado	1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.	2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.	3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.	4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.	5.0	Postes de madera arrancados	7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga	9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.	10.0	Posible destrucción total de edificios.
	Sobrepresión	Daño esperado																	
1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.																		
2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.																		
3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.																		
4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.																		
5.0	Postes de madera arrancados																		
7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga																		
9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.																		
10.0	Posible destrucción total de edificios.																		
<p>Chorro Horizontal (Ver Figura VI.3.2.221 y VI.3.2.222)</p>	<p>Daños en la salud de los habitantes localizados dentro de cualquiera de los radios de afectación, ya que de acuerdo a la <b>OSHA (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional)</b>, el gas natural se considera como un asfixiante simple a cualquier concentración, por lo que no se establecen tiempos máximos permisibles de exposición a dicha sustancia de acuerdo a la NOM-010-STPS-1999.</p>																		



Por lo anterior, Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V. deberá de:

- Realizar celajes diarios por parte de técnicos capacitados (equipados con Radio con frecuencia controlada y con teléfono celular) y contar con registros de las verificaciones a realizar en cada uno de los recorridos por las instalaciones,
- Contar con un sistema de comunicación directa con oficinas de ELECENOR, para reportar cualquier falla en el suministro de Gas, así como cualquier emergencia que requiera el cierre del Gasoducto operado por ELECENOR. Así mismo mantener comunicación permanente mediante Radio de frecuencia controlada con el personal responsable de la operación del Gasoducto,
- Elaborar y poner en práctica un programa de capacitación dirigido al personal operativo, en relación a los procedimientos establecidos para la ejecución de las actividades de mantenimiento,
- Elaborar y poner en práctica una lista de verificación de tuberías, con el objeto de llevar un control en cuanto a la integridad mecánica de las mismas,
- Las actividades de verificación visual, se deberán realizar diariamente, y al detectar alguna anomalía en la instalación, actuar correctamente con apego a los procedimientos establecidos,
- Instalar letreros y señalamientos alusivos al peligro que representa la instalación, con el objeto de alertar a las personas que transitan por dicha zona.

### **Radios de Afectación Eventos 37.1 y 37.2**

Incendio (Radiación Térmica):

#### **Evento 37.1**

<b>Cadenamiento 11+500 (Fuga del 100%)</b>	
<b>Zonas de Riesgo</b>	<b>Radios de Afectación (m)</b>
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m <sup>2</sup> )	86,59
Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m <sup>2</sup> )	162,67

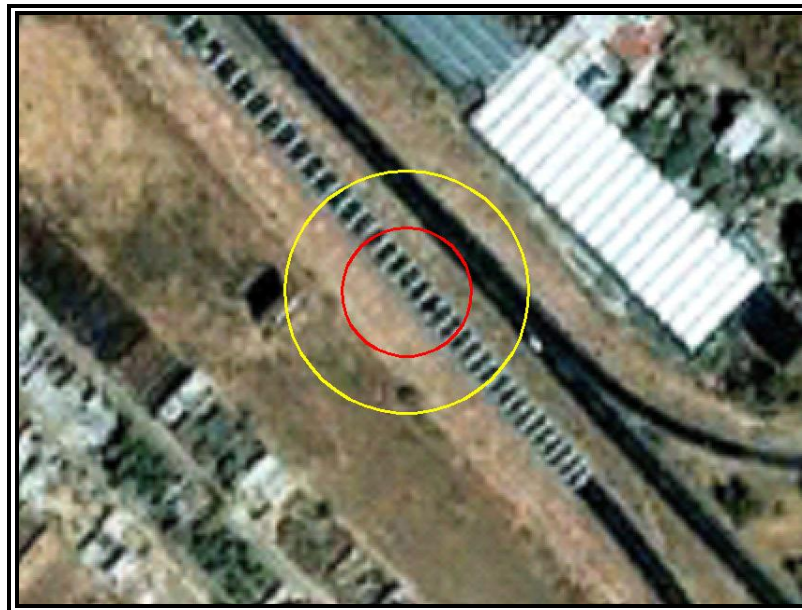
#### **Evento 37.2**

<b>Cadenamiento 11+500 (Fuga del 20%)</b>	
<b>Zonas de Riesgo</b>	<b>Radios de Afectación (m)</b>
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m <sup>2</sup> )	18,63
Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m <sup>2</sup> )	34,9





**Figura VI.3.2.217** Evento 37.1 Incendio (Radiación Térmica). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m<sup>2</sup>) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m<sup>2</sup>) en color amarillo.



**Figura VI.3.2.218** Evento 37.2 Incendio (Radiación Térmica). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m<sup>2</sup>) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m<sup>2</sup>) en color amarillo.



Evento 37.3. Explosión no Confinada.



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas

TITULO DEL MODELO					
Escenario 37. Evento 37.3					
DESCRIPCION					
Explosión no confinada originada por una fuga de gas natural debido a la ruptura diametral del 100% del gasoducto de acero de 10" de diámetro en el cadenamiento 11 + 500.					
DATOS DE LA SUSTANCIA					
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos			
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP			
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS			
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE			
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50			
Subfamilia	()				
Fórmula	CH4				
Estructura	CH4				
PARAMETROS DE ENTRADA					
Peso del material en la nube					6857.67 kg
Factor de Eficiencia Explosiva					0.03
Límite Inferior de Explosividad					5%
Límite Superior de Explosividad					15%
Calor de Combustión					50029 kJ/kg
Calor de Combustión del TNT (RMP)					4680 kJ/kg
Masa Equivalente en TNT					2199.24597711538 kg
Distancia mínima de cálculo					0.876498475941523
Distancia máxima de cálculo					520.177137057284
Distancia total del cálculo					519.300638581342
PRESION CALCULADA A DISTANCIAS DE INTERÉS					
Distancia (m)	Presión (kPa)	Presión (psi)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
5.0000000	7229.6456634	1048.5801650	0.0951815	178.4701942	0.2296234
10.0000000	2304.6245456	334.2603080	0.2933361	195.1772741	0.7195635
20.0000000	520.0126908	75.4220910	1.0370505	172.9791070	2.1383538
30.0000000	205.1710822	29.7577969	2.2085081	117.5622050	2.1593912
50.0000000	70.0302496	10.1571134	5.4176144	74.6640773	3.3527900
70.0000000	38.0307151	5.5159347	9.2236915	55.4630544	3.8938066
100.0000000	21.5707365	3.1285968	15.3381935	39.8779950	4.3972121
150.0000000	12.2089536	1.7707737	25.8705002	27.0153395	5.0134160
200.0000000	8.4271705	1.2222679	36.6474782	20.4542432	5.4912862
DISTANCIAS CALCULADAS SEGÚN LAS PRESIONES DE INTERÉS					
Presión (kPa)	Presión (psi)	Distancia (m)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
137.8940000	20.0000000	35.9259588	3.0622064	99.7882456	2.5999234
103.4205000	15.0000000	41.1602185	3.8923182	88.4784205	2.9550329
68.9470000	10.0000000	50.4051574	5.4905268	74.1406631	3.3676192
34.4735000	5.0000000	74.2174731	10.0640349	52.6017820	3.9775200
27.5788000	4.0000000	85.1947220	12.2866774	46.3417006	4.1712131
20.6841000	3.0000000	102.8670608	15.9340331	38.8236311	4.4377880
13.7894000	2.0000000	136.9973356	23.1065135	29.4913465	4.8688623
6.8947000	1.0000000	234.8162906	44.2813291	17.5166443	5.7630431
3.4473500	0.5000000	399.1495952	80.9068542	10.3847593	6.6462484



## Evento 37.4. Explosión no Confinada



### SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

### Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas

#### TITULO DEL MODELO

Escenario 37. Evento 37.4

#### DESCRIPCIÓN

Explosión no confinada originada por una fuga de gas natural debido a la ruptura diametral del 20% del gasoducto de acero de 10" de diámetro en el cadenamiento 11 + 500.

#### DATOS DE LA SUSTANCIA

Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50
Subfamilia	()	
Fórmula	CH <sub>4</sub>	
Estructura	CH <sub>4</sub>	

#### PARAMETROS DE ENTRADA

Peso del material en la nube	274.3 kg
Factor de Eficiencia Explosiva	0.03
Límite Inferior de Explosividad	5%
Límite Superior de Explosividad	15%
Calor de Combustión	50029 kJ/kg
Calor de Combustión del TNT (RMP)	4680 kJ/kg
Masa Equivalente en TNT	87.96765833333333 kg
Distancia mínima de cálculo	0.299755785232735
Distancia máxima de cálculo	177.896608446727
Distancia total del cálculo	177.596852661494

#### PRESION CALCULADA A DISTANCIAS DE INTERÉS

Distancia (m)	Presión (kPa)	Presión (psi)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
5.000000	1054.4648349	152.9384650	0.5788808	223.8810515	2.0884246
10.000000	217.3674966	31.5267519	2.1067707	120.3974653	2.1290523
20.000000	52.1779834	7.5678396	6.9861756	65.0948562	3.6216438
30.000000	26.3422625	3.8206539	12.8038296	45.0996379	4.2121077
50.000000	12.6330731	1.8322876	25.0615110	27.6940649	4.9721572
70.000000	8.1856531	1.1872385	37.6685302	20.0020632	5.5304597
100.000000	5.2329148	0.7589764	57.0736707	14.1551058	6.1301729
150.000000	3.0129475	0.4369947	89.6477957	9.4333805	6.8113257
200.000000					

#### DISTANCIAS CALCULADAS SEGÚN LAS PRESIONES DE INTERÉS

Presión (kPa)	Presión (psi)	Distancia (m)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
137.8940000	20.0000000	12.2864036	3.0622064	99.7882456	2.5999234
103.4205000	15.0000000	14.0764804	3.8923182	88.4784205	2.9550329
68.9470000	10.0000000	17.2381789	5.4905268	74.1406631	3.3676192
34.4735000	5.0000000	25.3818090	10.0640349	52.6017820	3.9775200
27.5788000	4.0000000	29.1359443	12.2866774	46.3417006	4.1712131
20.6841000	3.0000000	35.1797492	15.9340331	38.8236311	4.4377880
13.7894000	2.0000000	46.8520426	23.1065135	29.4913465	4.8688623
6.8947000	1.0000000	80.3053782	44.2813291	17.5166443	5.7630431
3.4473500	0.5000000	136.5061134	80.9068542	10.3847593	6.6462484





**Radios de Afectación  
Eventos 37.3 y 37.4**

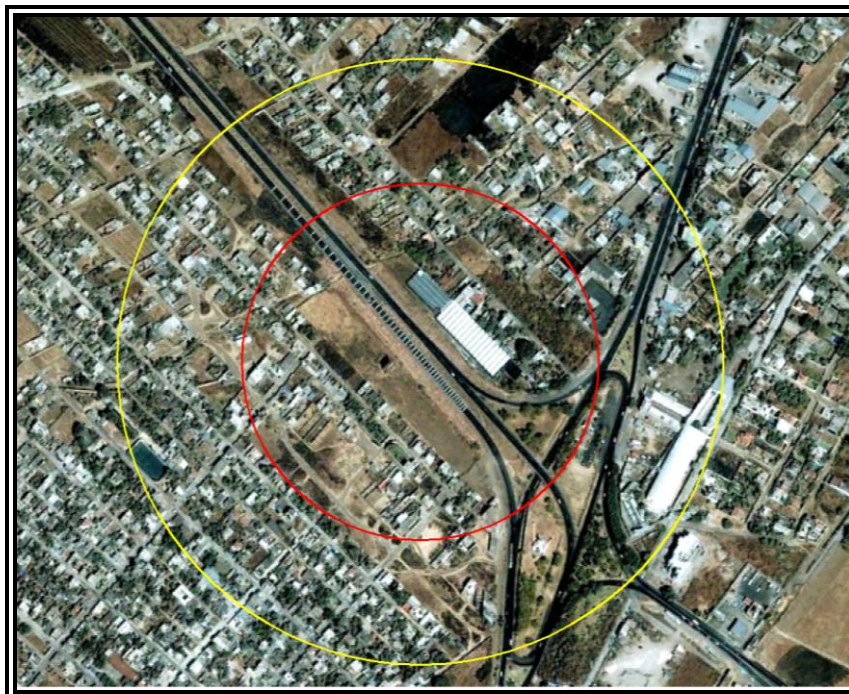
❖ Sobrepresión (Explosión):

**Evento 37.3**

Cadenamiento 11+500 (Fuga del 100%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1.0 psi)	202,35
Zona de Amortiguamiento (ZA) (0.5 psi)	343,97

**Evento 37.4**

Cadenamiento 11+500 (Fuga del 20%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1.0 psi)	69,2
Zona de Amortiguamiento (ZA) (0.5 psi)	117,63



**Figura VI.3.2.219** Evento 37.3 Explosión no Confinada (Sobrepresión). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1 PSI) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (0,5 PSI) en color amarillo.





**Figura VI.3.2.220** Evento 37.4 Explosión no Confinada (Sobrepresión). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1 PSI) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (0,5 PSI) en color amarillo.

**Radios de Afectación  
Eventos 37.5 y 37.6**

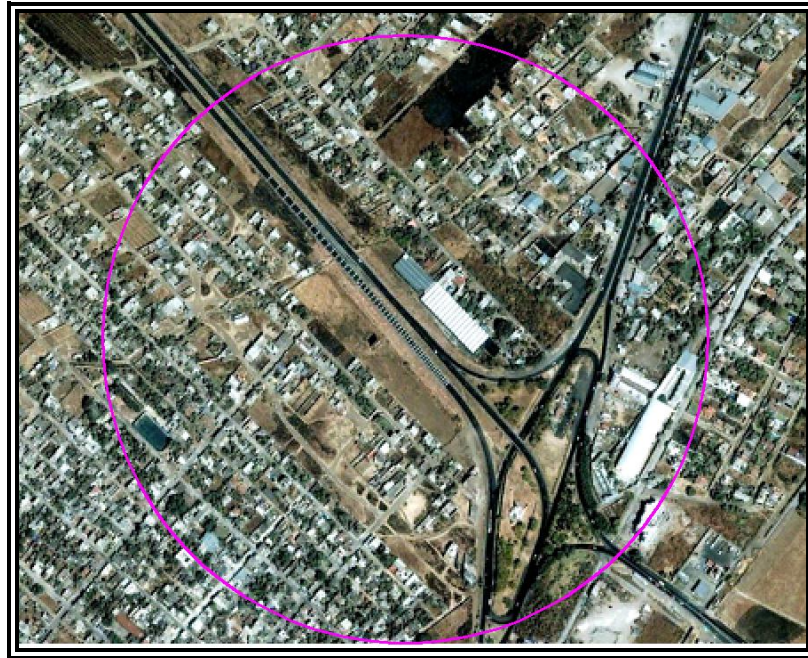
❖ Chorro Horizontal (Isoconcentraciones):

**Evento 37.5**

Cadenamiento 11+500 (Fuga del 100%)	
Isoconcentraciones	Radios de Afectación (m)
10 000 ppm	692,24
50 000 ppm	0
150 000 ppm	0

**Evento 37.6**

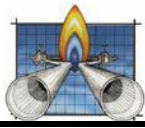
Cadenamiento 11+500 (Fuga del 20%)	
Isoconcentraciones	Radios de Afectación (m)
10 000 ppm	172,72
50 000 ppm	2,64
150 000 ppm	0



**Figura VI.3.2.221** Evento 37.5. Radios de concentraciones de Gas Natural en partes por millón (ppm).



**Figura VI.3.2.222** Evento 37.6. Radios de concentraciones de Gas Natural en partes por millón (ppm).



**Escenario 38: Cadenamiento 7+000 de la trayectoria del gasoducto de acero al carbón de 10"Φ en el municipio de Cuautla, con una rotura diametral del 100% y 20%.**

Se presenta una fuga de Gas Natural en el cadenamiento 7+000 de la trayectoria del gasoducto de acero al carbón de 10"Φ en el municipio de Yecapixtla; dicha fuga es causada por una rotura en el gasoducto a causa del impacto en la estructura del mismo con maquinaria pesada debido a los trabajos no autorizados de excavación en el derecho de vía del gasoducto.

Consideraciones.

- El tiempo máximo de respuesta por parte del personal operativo para mitigar la fuga en el gasoducto de 10"Φ se considera de 15 minutos, debido a que se cuenta con válvulas de bloqueo y medidores de presión que emiten señales a través del sistema de control de Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V.. Además de contar con vialidades existentes en la zona, lo que permite un acceso rápido a la instalación.
- El tipo de liberación de la fuga es continuo durante el tiempo que ocurre.
- A 60 segundos, después de haberse generado la fuga, el Gas Natural entra en contacto con una fuente de ignición (chispa), lo cual provoca un JET FIRE.
- El gas inflamable que se escapa por la rotura del gasoducto, forma una atmósfera explosiva la cual alcanza un punto de ignición (chispa) generado por un vehículo al transitar por la zona, a los 60 segundos de concentración de la nube, originando una explosión no confinada.
- El diámetro del orificio es de 254 mm para la rotura del 100% y de 50,8 mm para la rotura del 20% del gasoducto de 10"Φ.

Condiciones ambientales y de operación.

- Temperatura del Gas en la tubería: 25°C,
- Velocidad del viento: 1 m/s,
- Humedad relativa: 60%,
- Presión del gas en la tubería: 21,5 Kg/cm<sup>2</sup> (2 109,2 KPa)
- Altura de la fuente de emisión: 1 m.





Evento 38.1. JET FIRE



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)

TITULO DEL MODELO			
Escenario No. 38. Evento 38.1			
DESCRIPCION			
Chorro de fuego ocasionado por una fuga de gas natural provocada por la ruptura diametral del 100% del gasoducto de acero de 10" de diámetro en el cadenamiento 7 + 000.			
DATOS DE LA SUSTANCIA			
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos	
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP	
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS	
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE	
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50	
Subfamilia	()		
Fórmula	CH4		
Estructura	CH4		
PARAMETROS DE ENTRADA			
Peso Molecular		16.04246 kg/kmol	
Calor de Combustión		50029.0 kJ/kg	
Concentración Estequiométrica		9.5 %	
Temperatura de Ebullición		111.66 °K (-161.49 °C)	
Humedad relativa		60.00 %	
Temperatura ambiente		298.15 °K (25.00 °C)	
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO			
Diámetro del orificio		0.254 m	
Presión en la tubería		2109200.0 Pa	
Coefficiente de descarga		0.63	
Longitud de la flama		53.921863 m	
Tasa de emisión de masa		114.294508 kg /s	
Clase de emisión		Flujo Sónico	
RADIACIÓN CALCULADA A DISTANCIAS ESPECÍFICAS			
Distancia a nivel de piso (m)	Distancia a fuente puntual (m)	Transmisividad	Radiación (kW/m <sup>2</sup> )
10.000	29.695	0.75	77.8295
25.000	37.508	0.74	47.7700
50.000	57.287	0.71	19.7117
60.000	66.195	0.70	14.5725
70.000	75.378	0.69	11.1077
80.000	84.746	0.69	8.6956
90.000	94.243	0.68	6.9643
100.000	103.836	0.67	5.6872
150.000	152.584	0.65	2.5441
200.000	201.945	0.63	1.4162
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECÍFICOS			
Radiación (kW/m <sup>2</sup> )	Distancia (m)	Dosis (W/m <sup>2</sup> ) <sup>4/3</sup> tiempo de exposición= 60.00s	Dosis (W/m <sup>2</sup> ) <sup>4/3</sup> tiempo de duración= 840.00 s
1.4000 E+00	2.0122 E+02	9.3970 E+05	1.3156 E+07
3.0000 E+00	1.3827 E+02	2.5960 E+06	3.6345 E+07
5.0000 E+00	1.0688 E+02	5.1299 E+06	7.1819 E+07
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE DOSIS DE RADIACIÓN ESPECÍFICAS			
Dosis (W/m <sup>2</sup> ) <sup>3/4</sup>		Distancia (m)	
9.3970 E+05		5.2304 E+02	
2.5960 E+06		3.6264 E+02	
5.1299 E+06		2.8347 E+02	





Evento 38.2. JET FIRE



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)

TITULO DEL MODELO			
Escenario No. 38. Evento 38.2			
DESCRIPCION			
Chorro de fuego ocasionado por una fuga de gas natural provocada por la ruptura diametral del 20% del gasoducto de acero de 10" de diámetro en el cadenamiento 7 + 000.			
DATOS DE LA SUSTANCIA			
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos	
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP	
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS	
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE	
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50	
Subfamilia	()		
Fórmula	CH4		
Estructura	CH4		
PARAMETROS DE ENTRADA			
Peso Molecular		16.04246 kg/kmol	
Calor de Combustión		50029.0 kJ/kg	
Concentración Estequiométrica		9.5 %	
Temperatura de Ebullición		111.66 °K (-161.49 °C)	
Humedad relativa		60.00 %	
Temperatura ambiente		298.15 °K (25.00 °C)	
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO			
Diámetro del orificio		0.254 m	
Presión en la tubería		2109200.0 Pa	
Coefficiente de descarga		0.63	
Longitud de la flama		53.921863 m	
Tasa de emisión de masa		114.294508 kg /s	
Clase de emisión		Flujo Sónico	
RADIACIÓN CALCULADA A DISTANCIAS ESPECÍFICAS			
Distancia a nivel de piso (m)	Distancia a fuente puntual (m)	Transmisividad	Radiación (kW/m <sup>2</sup> )
10.000	29.695	0.75	77.8295
25.000	37.508	0.74	47.7700
50.000	57.287	0.71	19.7117
60.000	66.195	0.70	14.5725
70.000	75.378	0.69	11.1077
80.000	84.746	0.69	8.6956
90.000	94.243	0.68	6.9643
100.000	103.836	0.67	5.6872
150.000	152.584	0.65	2.5441
200.000	201.945	0.63	1.4162
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECÍFICOS			
Radiación (kW/m <sup>2</sup> )	Distancia (m)	Dosis (W/m <sup>2</sup> ) <sup>4/3</sup> tiempo de exposición= 60.00s	Dosis (W/m <sup>2</sup> ) <sup>4/3</sup> tiempo de duración= 840.00 s
1.4000 E+00	2.0122 E+02	9.3970 E+05	1.3156 E+07
3.0000 E+00	1.3827 E+02	2.5960 E+06	3.6345 E+07
5.0000 E+00	1.0688 E+02	5.1299 E+06	7.1819 E+07
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE DOSIS DE RADIACIÓN ESPECÍFICAS			
Dosis (W/m <sup>2</sup> ) <sup>3/4</sup>	Distancia (m)		
9.3970 E+05	5.2304 E+02		
2.5960 E+06	3.6264 E+02		
5.1299 E+06	2.8347 E+02		



### Análisis de interacciones del Escenario 38.

El presente escenario consiste en la formación de un Chorro de Fuego originado por una fuga de Gas Natural en el gasoducto, provocada por la ruptura diametral del 100% y 20% en el cadenamiento 7+500 de la trayectoria del gasoducto de 10"Φ a causa del impacto con maquinaria pesada debido a los trabajos no autorizados de excavación en el derecho de vía de mismo, lo cual puede llegar a ser catastrófico para la infraestructura presente en la zona donde se suscita el evento. Por tal efecto, y con fundamento en el análisis de riesgo mediante la metodología de Árbol de Fallas, se utilizó el software Árbol de Fallas (FaultrEASE; Arthur D Little. Hazard Prevention Magazine) (Ver Anexo No. 10 Árboles de Falla), para determinar la probabilidad de ocurrencia de un incendio en el gasoducto principal de transporte, involucrando causas probables, tales como: fallas de instrumentos y/o accesorios y del material de construcción, principalmente, de lo anterior, y como resultado final se tiene que la probabilidad de ocurrencia de un escenario como el que se plantea es de  $7 \times 10^{-6}$ , lo cual de acuerdo a la Fuente de información consultada, lo cataloga como improbable.

- Fuente: (1) Modelo de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones. Dinámica Heurística. 2005  
 (2) Loss Prevention in the Process Industries, Frank P less, second Edition, 1996. Ed. HB Vol. I, II y III. Hazard Identification Assessment and Control  
 (3) Guidelines for Consequence Analysis of Chemical Releases. American Institute of Chemical Engineers (AIChE). 1999.  
 (4) Guideline for Hazard Evaluation Procedures, Second Edition, AIChE 1992.  
 (5) Fault Tree Handbook, U.S. Nuclear Regulatory Commission, 1981.

A continuación se describen las interacciones que puede llegar a tener una fuga de gas natural que al entrar en contacto con una fuente de ignición se convierte en un Jet Fire (Chorro de Fuego), con la infraestructura presente (unidades médicas, instituciones educativas, viviendas e instalaciones de riesgo), describiendo las consecuencias en caso de presentarse dicho escenario.

**TABLA RESUMEN**

COMPAÑÍA DE AUTOABASTECEDORES DE GAS NATURAL DE MORELOS, S.A. DE C.V.				Escenario 38. YECAPIXTLA, MORELOS						
% de Ruptura por un impacto. Cadenamiento 11+500 Yecapixtla, Morelos.	Jet Fire Ver Figura VI.3.2.223 y VI.3.2.224 Eventos 38.1 y 38.2		Explosión no confinada Ver Figuras VI.3.2.225 y VI.3.2.226 Eventos 38.3 y 38.4		Chorro Horizontal Ver Figuras VI.3.2.227 y VI.3.2.228 Eventos 38.5 y 38.6					
	Radios de afectación (R.A) (m)		Radiación Térmica (RT) Zonas de Riesgo (ZR)		Radios de Afectación (m)		Sobrepresión y Zonas de Riesgo.			
							Radios de Afectación (m)		Isoconcentración (ppm)	
Evento al 100%	38.1	107,14	ZAR 5 Kw/m <sup>2</sup>	38.3	234,8	ZAR 1 psi	38.5	587,43	10 000	
		201,36	ZA 1.4 Kw/m <sup>2</sup>		399,14	ZA 0,5 psi		27,52	50 000	
								06,21	150 000	
Evento al 20%	38.2	23,05	ZAR	38.4	80,3	ZAR	38.6	223,4	10 000	
		43,2	ZA		136,5	ZA		4,62	50 000	
								0	150 000	



Efectos sobre la población y/o infraestructura existentes en la ZA y ZAR																		
<p>Jet Fire (Ver Figura VI.3.2.223 y VI.3.2.224)</p>	<p>⌘ <u>Infraestructura dentro de la ZAR (77 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 107 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 160 al momento de que ocurra el siniestro,</li> <li>- Instalaciones de empresa materialista ubicada a 40 m de distancia,</li> <li>- Casas habitación de la ciudad Juan Morales, localizadas en el derecho de vía de la carretera Federal No. 160.</li> </ul> <p>⌘ <u>Personas que transiten por la carretera Federal No 160, mismas que se encuentren dentro de la ZAR (77 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 107 m):</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 13 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo,</li> <li>- A los 40 segundos, presentarán quemaduras de segundo grado, considerando también asfixia por la disminución de Oxígeno y la exposición a los humos generados.</li> </ul> <p>⌘ <u>Infraestructura presente en la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 107 hasta 201 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 160 al momento de que ocurra el siniestro,</li> <li>- Instalaciones de empresa materialista ubicada a 40 m de distancia,</li> <li>- Casas habitación de la ciudad Juan Morales, localizadas en el derecho de vía de la carretera Federal No. 160.</li> </ul> <p>⌘ <u>Personas que transiten por la carretera Federal No. 160, mismas que se encuentren dentro de la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 107 hasta 201 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 115 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo en la piel expuesta,</li> <li>- Después de 663 segundos (11.05 min.), presentarán quemaduras de segundo grado.</li> </ul>																	
	<p>⌘ <u>Infraestructura y habitantes presentes en la ZAR (1 048 psi a 1 psi en un radio de 0 m hasta 234 m) y ZA (1 psi a 0,5 psi en un radio a partir de 234 m hasta 399 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 160 al momento de que ocurra la explosión,</li> <li>- Casas habitación de la ciudad Juan Morales, localizadas en el derecho de vía de la carretera Federal No. 160.</li> <li>- Estaciones para el abastecimiento de combustibles (gasolinera) a 220 m de distancia,</li> <li>- Instalaciones de empresa materialista ubicada a 40 m de distancia,</li> <li>- Instalaciones de Cementos Mexicanos (CEMEX) a 128 m de distancia.</li> </ul>																	
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Sobrepresión</th> <th>Daño esperado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.0</td> <td>Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.</td> </tr> <tr> <td>2.0</td> <td>Colapso parcial de muros y techos de casas.</td> </tr> <tr> <td>3.0</td> <td>Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.</td> </tr> <tr> <td>4.0</td> <td>Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.</td> </tr> <tr> <td>5.0</td> <td>Postes de madera arrancados</td> </tr> <tr> <td>7.0</td> <td>Volcadura de carros de ferrocarril con carga</td> </tr> <tr> <td>9.0</td> <td>Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.</td> </tr> <tr> <td>10.0</td> <td>Posible destrucción total de edificios.</td> </tr> </tbody> </table>	Sobrepresión	Daño esperado	1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.	2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.	3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.	4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.	5.0	Postes de madera arrancados	7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga	9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.	10.0
Sobrepresión	Daño esperado																	
1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.																	
2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.																	
3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.																	
4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.																	
5.0	Postes de madera arrancados																	
7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga																	
9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.																	
10.0	Posible destrucción total de edificios.																	
<p>Chorro Horizontal (Ver Figura VI.3.2.227 y VI.3.2.228)</p>	<p>Daños en la salud de los habitantes localizados dentro de cualquiera de los radios de afectación, ya que de acuerdo a la <b>OSHA (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional)</b>, el gas natural se considera como un asfixiante simple a cualquier concentración, por lo que no se establecen tiempos máximos permisibles de exposición a dicha sustancia de acuerdo a la NOM-010-STPS-1999.</p>																	



Por lo anterior, Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V. deberá de:

- Realizar celajes diarios por parte de técnicos capacitados (equipados con Radio con frecuencia controlada y con teléfono celular) y contar con registros de las verificaciones a realizar en cada uno de los recorridos por las instalaciones,
- Contar con un sistema de comunicación directa con oficinas de ELECNOR, para reportar cualquier falla en el suministro de Gas, así como cualquier emergencia que requiera el cierre del Gasoducto operado por ELECNOR. Así mismo mantener comunicación permanente mediante Radio de frecuencia controlada con el personal responsable de la operación del Gasoducto,
- Elaborar y poner en práctica un programa de capacitación dirigido al personal operativo, en relación a los procedimientos establecidos para la ejecución de las actividades de mantenimiento,
- Elaborar y poner en práctica una lista de verificación de tuberías, con el objeto de llevar un control en cuanto a la integridad mecánica de las mismas,
- Las actividades de verificación visual, se deberán realizar diariamente, y al detectar alguna anomalía en la instalación, actuar correctamente con apego a los procedimientos establecidos,
- Instalar letreros y señalamientos alusivos al peligro que representa la instalación, con el objeto de alertar a las personas que transitan por dicha zona.

**Radio de Afectación  
Eventos 38.1 y 38.2**

Incendio (Radiación Térmica):

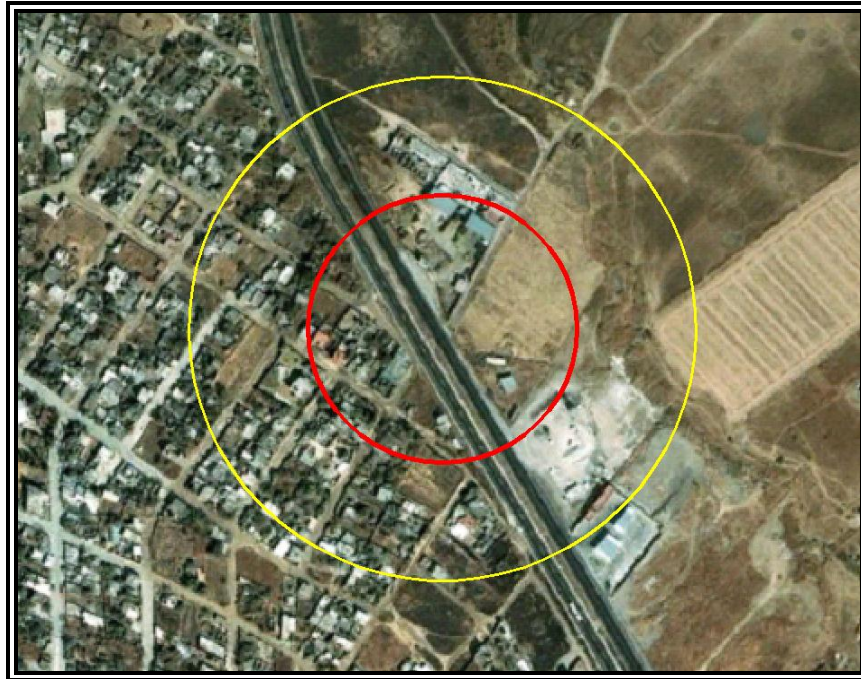
**Evento 38.1**

<b>Cadenamiento 7+000 (Fuga del 100%)</b>	
<b>Zonas de Riesgo</b>	<b>Radio de Afectación (m)</b>
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m <sup>2</sup> )	107,14
Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m <sup>2</sup> )	201,36

**Evento 38.2**

<b>Cadenamiento 7+000 (Fuga del 20%)</b>	
<b>Zonas de Riesgo</b>	<b>Radio de Afectación (m)</b>
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m <sup>2</sup> )	23,05
Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m <sup>2</sup> )	43,2





**Figura VI.3.2.223** Evento 38.1 Incendio (Radiación Térmica). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m<sup>2</sup>) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m<sup>2</sup>) en color amarillo.



**Figura VI.3.2.224** Evento 38.2 Incendio (Radiación Térmica). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (5 KW/m<sup>2</sup>) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (1.4 KW/m<sup>2</sup>) en color amarillo.



**Evento 38.3. Explosión no Confinada.**



**SCRI-FUEGO**

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

**Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)**

**TÍTULO DEL MODELO**

Escenario No. 38. Evento 38.1

**DESCRIPCIÓN**

Chorro de fuego ocasionado por una fuga de gas natural provocada por la ruptura diametral del 100% del gasoducto de acero de 10" de diámetro en el cadenamiento 7 +000.

**DATOS DE LA SUSTANCIA**

Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50
Sub familia	()	
Fórmula	CH4	
Estructura	CH4	

**PARAMETROS DE ENTRADA**

Peso Molecular	16.04246 kg/kmol
Calor de Combustión	50029.0 kJ/kg
Concentración Estequiométrica	9.5 %
Temperatura de Ebullición	111.66 °K (-161.49 °C)
Humedad relativa	60.00 %
Temperatura ambiente	298.15 °K (25.00 °C)

**CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO**

Diámetro del orificio	0.254m
Presión en la tubería	2109200.0 Pa
Coefficiente de descarga	0.63
Longitud de la flama	53.921863 m
Tasa de emisión de masa	114.294508 kg /s
Clase de emisión	Flujo Sónico

**RADIACIÓN CALCULADA A DISTANCIAS ESPECIFICAS**

Distancia a nivel de piso (m)	Distancia a fuente puntual (m)	Transmisividad	Radiación (kW/m <sup>2</sup> )
10.000	29.695	0.75	77.8295
25.000	37.508	0.74	47.7700
50.000	57.287	0.71	19.7117
60.000	66.195	0.70	14.5725
70.000	75.378	0.69	11.1077
80.000	84.746	0.69	8.6956
90.000	94.243	0.68	6.9643
100.000	103.836	0.67	5.6872
150.000	152.584	0.65	2.5441
200.000	201.945	0.63	1.4162

**DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECIFICOS**

Radiación (kW/m <sup>2</sup> )	Distancia (m)	Dosis (W/m <sup>2</sup> ) <sup>4/3</sup> tiempo de exposición= 60.00s	Dosis (W/m <sup>2</sup> ) <sup>4/3</sup> tiempo de duración= 840.00 s
1.4000 E+00	2.0122 E+02	9.3970 E+05	1.3156 E+07
3.0000 E+00	1.3827 E+02	2.5960 E+06	3.6345 E+07
5.0000 E+00	1.0688 E+02	5.1299 E+06	7.1819 E+07

**DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE DOSIS DE RADIACIÓN ESPECIFICAS**

Dosis (W/m <sup>2</sup> ) <sup>3/4</sup>	Distancia (m)
9.3970 E+05	5.2304 E+02
2.5960 E+06	3.6264 E+02
5.1299 E+06	2.8347 E+02



Evento 38.4. Explosión no Confinada



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)

TITULO DEL MODELO			
Escenario No. 38. Evento 38.2			
DESCRIPCIÓN			
Chorro de fuego ocasionado por una fuga de gas natural provocada por la ruptura diametral del 20% del gasoducto de acero de 10" de diámetro en el cadenamiento 7 + 000.			
DATOS DE LA SUSTANCIA			
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos	
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP	
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS	
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE	
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50	
Subfamilia	()		
Fórmula	CH4		
Estructura	CH4		
PARAMETROS DE ENTRADA			
Peso Molecular		16.04246 kg/kmol	
Calor de Combustión		50029.0 kJ/kg	
Concentración Estequiométrica		9.5 %	
Temperatura de Ebulición		111.66 °K (-161.49 °C)	
Humedad relativa		60.00 %	
Temperatura ambiente		298.15 °K (25.00 °C)	
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO			
Diámetro del orificio		0.254 m	
Presión en la tubería		2109200.0 Pa	
Coefficiente de descarga		0.63	
Longitud de la flama		53.921863 m	
Tasa de emisión de masa		114.294508 kg /s	
Clase de emisión		Flujo Sónico	
RADIACIÓN CALCULADA A DISTANCIAS ESPECIFICAS			
Distancia a nivel de piso (m)	Distancia a fuente puntual (m)	Transmisividad	Radiación (kW/m <sup>2</sup> )
10.000	29.695	0.75	77.8295
25.000	37.508	0.74	47.7700
50.000	57.287	0.71	19.7117
60.000	66.195	0.70	14.5725
70.000	75.378	0.69	11.1077
80.000	84.746	0.69	8.6956
90.000	94.243	0.68	6.9643
100.000	103.836	0.67	5.6872
150.000	152.584	0.65	2.5441
200.000	201.945	0.63	1.4162
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECIFICOS			
Radiación (kW/m <sup>2</sup> )	Distancia (m)	Dosis (W/m <sup>2</sup> ) <sup>4/3</sup> tiempo de exposición= 60.00s	Dosis (W/m <sup>2</sup> ) <sup>4/3</sup> tiempo de duración= 840.00 s
1.4000 E+00	2.0122 E+02	9.3970 E+05	1.3156 E+07
3.0000 E+00	1.3827 E+02	2.5960 E+06	3.6345 E+07
5.0000 E+00	1.0688 E+02	5.1299 E+06	7.1819 E+07
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE DOSIS DE RADIACIÓN ESPECIFICAS			
Dosis (W/m <sup>2</sup> ) <sup>3/4</sup>		Distancia (m)	
9.3970 E+05		5.2304 E+02	
2.5960 E+06		3.6264 E+02	
5.1299 E+06		2.8347 E+02	





### Radios de Afectación Eventos 38.3 y 38.4

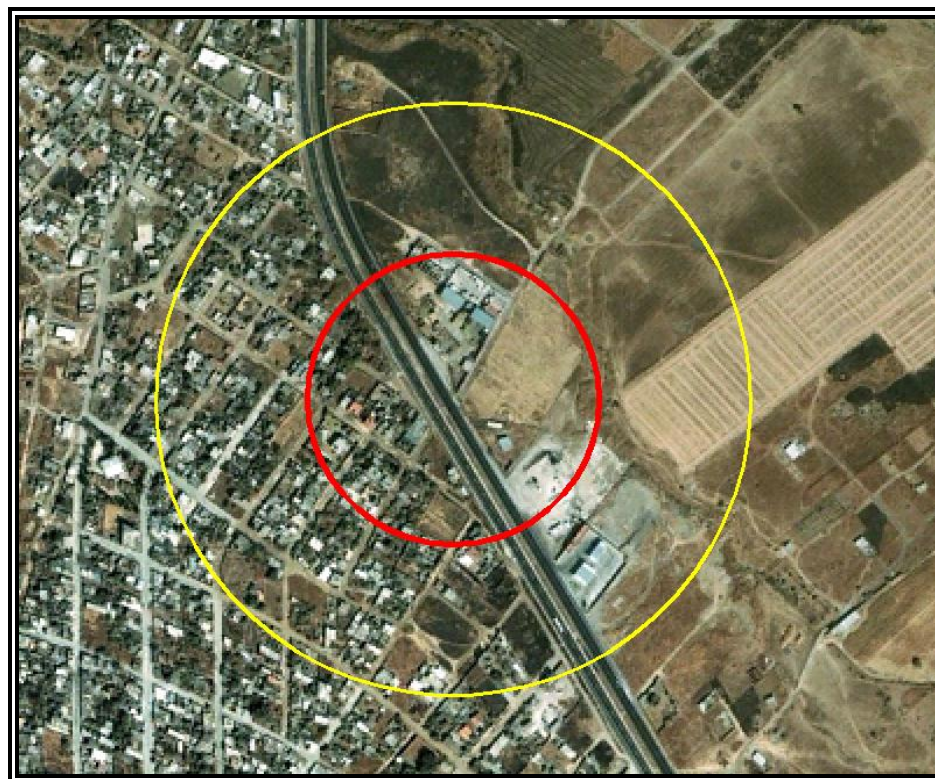
❖ Sobrepresión (Explosión):

#### Evento 38.3

Cadenamiento 7+000 (Fuga del 100%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1.0 psi)	234,8
Zona de Amortiguamiento (ZA) (0.5 psi)	399,14

#### Evento 38.4

Cadenamiento 7+000 (Fuga del 20%)	
Zonas de Riesgo	Radios de Afectación (m)
Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1.0 psi)	80,3
Zona de Amortiguamiento (ZA) (0.5 psi)	136,5



**Figura VI.3.2.225** Evento 38.3 Explosión no Confinada (Sobrepresión). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1 PSI) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (0,5 PSI) en color amarillo.





**Figura VI.3.2.226** Evento 38.4 Explosión no Confinada (Sobrepresión). Zona de Alto Riesgo (ZAR) (1 PSI) en color rojo y Zona de Amortiguamiento (ZA) (0,5 PSI) en color amarillo.

**Radios de Afectación  
Eventos 38.5 y 38.6**

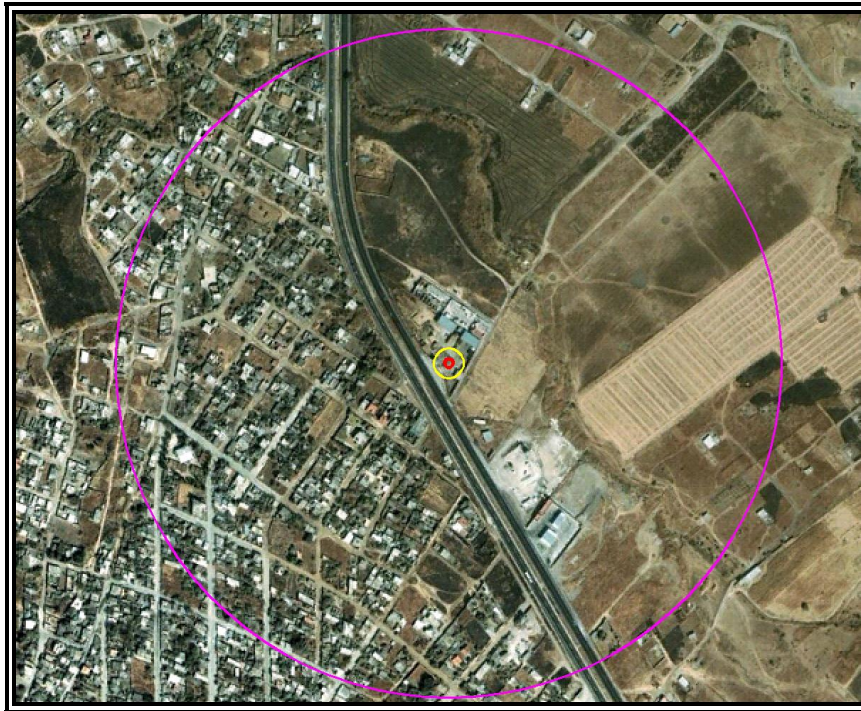
❖ Chorro Horizontal (Isoconcentraciones):

**Evento 38.5**

Cadenamiento 7+000 (Fuga del 100%)	
Isoconcentraciones	Radios de Afectación (m)
10 000 ppm	587,43
50 000 ppm	27,52
150 000 ppm	06,21

**Evento 38.6**

Cadenamiento 7+000 (Fuga del 20%)	
Isoconcentraciones	Radios de Afectación (m)
10 000 ppm	223,4
50 000 ppm	4,62
150 000 ppm	0



**Figura VI.3.2.227** Evento 38.5. Radios de concentraciones de Gas Natural en partes por millón (ppm).



**Figura VI.3.2.228** Evento 38.6. Radios de concentraciones de Gas Natural en partes por millón



(ppm).

Ver Anexo 9 Resultados de las Simulaciones.

**VI.3 Realizar un análisis y evaluación de posibles interacciones de riesgo con otras áreas, equipos o instalaciones próximas a la instalación que se encuentren dentro de la Zona de Alto Riesgo, indicando las medidas preventivas orientadas a la reducción del riesgo de las mismas.**

En base a los resultados de los eventos simulados, se pudieron estimar las consecuencias como son los daños y las afectaciones que causa la radiación de calor y/o la sobrepresión por las explosiones en las personas, equipos e instalaciones, así como a las zonas habitacionales, centros de concentración masiva y comercios cercanos al nodo seleccionado.

**Escenario 1.**

COMPAÑÍA DE AUTOABASTECEDORES DE GAS NATURAL DE MORELOS, S.A. DE C.V.				Escenario 1. AYALA, MORELOS					
% de Ruptura por un impacto.		Jet Fire Eventos 1.1 y 1.2		Explosión no confinada Eventos 1.3 y 1.4		Eventos 1.5 y 1.6			
City Morelos	Gate Ayala, Morelos.	Radios de afectación (R.A) (m)	Radiación Térmica (RT) Zonas de Riesgo (ZR)	Radios de Afectación (m)	Sobrepresiones y Zonas de Riesgo.	Radios de Afectación (m)	Isoconcentración (ppm)		
Evento al 100%	1.1	113,54	ZAR 5 Kw/m <sup>2</sup>	1.3	238,26	ZAR 1 psi	1.5	98,23	10 000
		210,41	ZA 1.4 Kw/m <sup>2</sup>		405,51	ZA 0,5 psi		14,92	50 000
								3,24	150 000
Evento al 20%	1.2	24,42	ZAR	1.4	81,89	ZAR	1.6	16,76	10 000
		45,37	ZA		139,38	ZA		2,66	50 000
								1,44	150 000

**Análisis de Interacciones.**

Efectos sobre la población y/o infraestructura existentes en la ZA y ZAR	
Jet Fire	<p>⌘ No hay infraestructura presente en el área en un radio de 300 m, sin embargo la radiación generada por el Jet Fire, causaría daños a los usuarios de la carretera Federal No. 160, que transitan por dicha vialidad al momento de que ocurra el evento.</p> <p>⌘ <u>Usuarios de la carretera Federal No. 160 dentro de la ZAR (200 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 113 m):</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 13 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo,</li> <li>- A los 40 segundos, presentarán quemaduras de segundo grado, considerando también asfixia por la disminución de Oxígeno y la exposición a los humos generados por el incendio.</li> </ul> <p>⌘ <u>Usuarios de la carretera Federal No. 129 dentro de la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1.4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio a partir de 80 hasta 210 m):</u></p>





	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 115 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo en la piel expuesta,</li> <li>- Después de 663 segundos (11.05 min.), presentarán quemaduras de segundo grado,</li> </ul>
--	--

Explosión no Confinada	⌘ No hay infraestructura presente en el área en un radio de 400 m, sin embargo la sobrepresión generada por la nube explosiva, causaría daños a los usuarios de la carretera Federal No. 160, que transiten por dicha vialidad al momento de que ocurra el evento.	
	Sobrepresión	Daño esperado
	1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.
	2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.
	3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.
	4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.
	5.0	Postes de madera arrancados
	7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga
	9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.
10.0	Posible destrucción total de edificios.	
Chorro Horizontal	Daños en la salud de los habitantes localizados dentro de cualquiera de los radios de afectación, ya que de acuerdo a la <b>OSHA (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional)</b> , el gas natural se considera como un asfixiante simple a cualquier concentración, por lo que no se establecen tiempos máximos permisibles de exposición a dicha sustancia de acuerdo a la NOM-010-STPS-1999.	





## Escenario 2.

COMPAÑÍA DE AUTOABASTECEDORES DE GAS NATURAL DE MORELOS, S.A. DE C.V.				Escenario 2. JIUTEPEC, MORELOS					
% de Ruptura por un impacto.	Jet Fire Eventos 2.1 y 2.2			Explosión no confinada Eventos 2.3 y 2.4		Chorro Horizontal Eventos 2.5 y 2.6			
	ERM BUKMAN Jiutepec, Morelos.	Radios de afectación (R.A) (m)	Radiación Térmica (RT) Zonas de Riesgo (ZR)	Radios de Afectación (m)	Sobrepresiones y Zonas de Riesgo.	Radios de Afectación (m)	Isoconcentración (ppm)		
Evento al 100%		2.1	86,33	ZAR 5 Kw/m <sup>2</sup>	2.3	202,35	ZAR 1 psi	2.5	142,3
	162,53		ZA 1.4 Kw/m <sup>2</sup>	343,97		ZA 0,5 psi	20,89		50 000
							04,56		150 000
Evento al 20%	2.2	18,37	ZAR	2.4	69,20	ZAR	2.6	209,3	10 000
		34,76	ZA		117,63	ZA		03,24	50 000
								01,31	150 000

## Análisis de Interacciones.

Efectos sobre la población y/o infraestructura existentes en la ZA y ZAR	
Jet Fire	<p>⌘ <u>Infraestructura presente en la ZAR (73 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 86 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalaciones de una empresa distribuidora de productos comestibles ubicada a 64 m de distancia,</li> <li>- Bodegas fuera de uso a una distancia de 50 m.</li> </ul> <p>⌘ <u>Usuarios de la carretera Federal No. 160 y personas que transiten dentro de la ZAR (73 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 86 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 13 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo,</li> <li>- A los 40 segundos, presentarán quemaduras de segundo grado, considerando también asfixia por la disminución de Oxígeno y la exposición a los humos generados por el incendio.</li> </ul> <p>⌘ <u>Infraestructura presente en la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 86 hasta 162 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalaciones de una empresa distribuidora de productos comestibles ubicada a 64 m de distancia,</li> <li>- Bodegas fuera de uso a una distancia de 50 m.</li> <li>- Fábrica de productos plásticos a una distancia de 165 m,</li> <li>- Condominios localizados a una distancia de 160 m,</li> </ul>



	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Casas habitación de la colonia el Progreso.</li> </ul> <p>⌘ <u>Usuarios de la carretera Federal No. 160 y personas que transiten dentro de la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1.4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio a partir de 86 hasta 162 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 115 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo en la piel expuesta,</li> <li>- Después de 663 segundos (11.05 min.), presentarán quemaduras de segundo grado,</li> </ul>
--	---

Explosión no Confinada	<p>⌘ <u>Infraestructura y habitantes presentes en la ZAR (842,83 psi a 1 psi en un radio de 0 m hasta 238,26 m) y ZA (1 psi a 0,5 psi en un radio a partir de 202,35 m hasta 343,97 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalaciones de una empresa distribuidora de productos comestibles ubicada a 64 m de distancia,</li> <li>- Bodegas fuera de uso a una distancia de 50 m.</li> <li>- Fábrica de productos plásticos a una distancia de 165 m,</li> <li>- Condominios localizados a una distancia de 160 m,</li> <li>- Casas habitación de la colonia el Progreso.</li> </ul>	
	Sobrepresión	Daño esperado
	1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.
	2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.
	3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.
	4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.
	5.0	Postes de madera arrancados
	7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga
	9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.
10.0	Posible destrucción total de edificios.	
Chorro Horizontal	<p>Daños en la salud de los habitantes localizados dentro de cualquiera de los radios de afectación, ya que de acuerdo a la <b>OSHA (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional)</b>, el gas natural se considera como un asfixiante simple a cualquier concentración, por lo que no se establecen tiempos máximos permisibles de exposición a dicha sustancia de acuerdo a la NOM-010-STPS-1999.</p>	



**Escenario 3.**

COMPAÑÍA DE AUTOABASTECEDORES DE GAS NATURAL DE MORELOS, S.A. DE C.V.				Escenario 3. JIUTEPEC, MORELOS					
% de Ruptura por un impacto.	Jet Fire Eventos 3.1 y 3.2			Explosión no confinada Eventos 3.3 y 3.4		Chorro Horizontal Eventos 3.5 y 3.6			
	ERM NISSAN Jiutepec, Morelos.	Radios de afectación (R.A) (m)	Radiación Térmica (RT) Zonas de Riesgo (ZR)	Radios de Afectación (m)	Sobrepresiones y Zonas de Riesgo.	Radios de Afectación (m)	Isoconcentración (ppm)		
Evento al 100%	3.1	86,33	ZAR 5 Kw/m <sup>2</sup>	3.3	202,35	ZAR 1 psi	3.5	142,3	10 000
		162,53	ZA 1.4 Kw/m <sup>2</sup>		343,97	ZA 0,5 psi		20,89	50 000
								04,56	150 000
Evento al 20%	3.2	18,37	ZAR	3.4	69,20	ZAR	3.6	209,3	10 000
		34,76	ZA		117,63	ZA		03,24	50 000
								01,31	150 000

**Análisis de Interacciones.**

Efectos sobre la población y/o infraestructura existentes en la ZA y ZAR	
Jet Fire	<p>⌘ <u>Infraestructura presente en la ZAR (73 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 86 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Estacionamiento del centro comercial WAL MART a 83 m de distancia,</li> <li>- Instalaciones de NISSAN a 40 m de distancia.</li> <li>- Establecimientos comerciales a 70 m de distancia.</li> </ul> <p>⌘ <u>Usuarios de la carretera Federal No. 160 y personas que transiten dentro de la ZAR (73 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 86 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 13 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo,</li> <li>- A los 40 segundos, presentarán quemaduras de segundo grado, considerando también asfixia por la disminución de Oxígeno y la exposición a los humos generados por el incendio.</li> </ul> <p>⌘ <u>Infraestructura presente en la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 86 hasta 162 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Centro comercial WAL MART a 140 m de distancia,</li> <li>- Establecimiento comercial VIANA a 163 m de distancia,</li> <li>- Restaurant VIPS a 140 m de distancia,</li> </ul>



	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Casas habitación de las colonias Tlalhuapan, La Palma y Tejalpa,</li> <li>- ERM DR. REDDYS a 310 m de distancia.</li> </ul> <p>⌘ <u>Usuarios de la carretera Federal No. 160 y personas que transiten dentro de la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1.4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio a partir de 86 hasta 162 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 115 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo en la piel expuesta,</li> <li>- Después de 663 segundos (11.05 min.), presentarán quemaduras de segundo grado,</li> </ul>
--	--

Explosión no Confinada	<p>⌘ <u>Infraestructura y habitantes presentes en la ZAR (842,83 psi a 1 psi en un radio de 0 m hasta 238,26 m) y ZA (1 psi a 0,5 psi en un radio a partir de 202,35 m hasta 343,97 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Estacionamiento del centro comercial WAL MART a 83 m de distancia,</li> <li>- Instalaciones de NISSAN a 40 m de distancia.</li> <li>- Establecimientos comerciales a 70 m de distancia.</li> <li>- Centro comercial WAL MART a 140 m de distancia,</li> <li>- Establecimiento comercial VIANA a 163 m de distancia,</li> <li>- Restaurant VIPS a 140 m de distancia,</li> <li>- Casas habitación de las colonias Tlalhuapan, La Palma y Tejalpa,</li> <li>- ERM DR. REDDYS a 310 m de distancia.</li> </ul>	
	Sobrepresión	Daño esperado
	1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.
	2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.
	3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.
	4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.
	5.0	Postes de madera arrancados
	7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga
	9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.
10.0	Posible destrucción total de edificios.	
Chorro Horizontal	<p>Daños en la salud de los habitantes localizados dentro de cualquiera de los radios de afectación, ya que de acuerdo a la <b>OSHA (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional)</b>, el gas natural se considera como un asfixiante simple a cualquier concentración, por lo que no se establecen tiempos máximos permisibles de exposición a dicha sustancia de acuerdo a la NOM-010-STPS-1999.</p>	





### Escenario 4.

COMPAÑÍA DE AUTOABASTECEDORES DE GAS NATURAL DE MORELOS, S.A. DE C.V.				Escenario 4. JIUTEPEC, MORELOS					
% de Ruptura por un impacto.		Jet Fire Eventos 4.1 y 4.2		Explosión no confinada Eventos 4.3 y 4.4			Chorro Horizontal Eventos 4.5 y 4.6		
ERM REDDYS Jiutepec, Morelos.	DR.	Radios de afectación (R.A) (m)	Radiación Térmica (RT) Zonas de Riesgo (ZR)	Radios de Afectación (m)	Sobrepresiones y Zonas de Riesgo.	Radios de Afectación (m)	Isoconcentración (ppm)		
Evento al 100%	4.1	86,33	ZAR 5 Kw/m <sup>2</sup>	4.3	202,35	ZAR 1 psi	4.5	142,3	10 000
		162,53	ZA 1.4 Kw/m <sup>2</sup>					20,89	50 000
								04,56	150 000
Evento al 20%	4.2	18,37	ZAR	4.4	69,20	ZAR	4.6	209,3	10 000
		34,76	ZA					03,24	50 000
								01,31	150 000

### Análisis de Interacciones.

Efectos sobre la población y/o infraestructura existentes en la ZA y ZAR	
Jet Fire	<p>⌘ <u>Infraestructura presente en la ZAR (73 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 86 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalaciones de la empresa Dr. Reddy's México a una distancia de 50 m,</li> <li>- Automóviles que circulen sobre la carretera Federal 160 al momento de ocurrir el siniestro.</li> </ul>
	<p>⌘ <u>Usuarios de la carretera Federal No. 160 y personas que transiten dentro de la ZAR (73 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 86 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 13 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo,</li> <li>- A los 40 segundos, presentarán quemaduras de segundo grado, considerando también asfixia por la disminución de Oxígeno y la exposición a los humos generados por el incendio.</li> </ul>
	<p>⌘ <u>Infraestructura presente en la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 86 hasta 162 m).</u></p>



	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalaciones de la empresa Dr. Reddy's México a una distancia de 50 m,</li> <li>- Automóviles que circulen sobre la carretera Federal 160 al momento de ocurrir el siniestro</li> <li>- Instalaciones de la empresa NISSAN Cuernavaca a una distancia de 100 m,</li> </ul> <p>⌘ <u>Usuarios de la carretera Federal No. 160 y personas que transiten dentro de la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1.4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio a partir de 86 hasta 162 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 115 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo en la piel expuesta,</li> <li>- Después de 663 segundos (11.05 min.), presentarán quemaduras de segundo grado,</li> </ul>																		
Explosión no Confinada	<p>⌘ <u>Infraestructura y habitantes presentes en la ZAR (842.83 psi a 1 psi en un radio de 0 m hasta 238.26 m) y ZA (1 psi a 0.5 psi en un radio a partir de 202.35 m hasta 343.97 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalaciones de la empresa Dr. Reddy's México a una distancia de 50 m,</li> <li>- Automóviles que circulen sobre la carretera Federal 160 al momento de ocurrir el siniestro</li> <li>- Restaurant VIPS a una distancia de 247 m,</li> <li>- Instalaciones de la empresa NISSAN Cuernavaca a una distancia de 100 m,</li> <li>- ERM NISSAN a 310 m de distancia,</li> <li>- Establecimientos comerciales ubicados a 200 m de distancia.</li> </ul>																		
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Sobrepresión</th> <th>Daño esperado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.0</td> <td>Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.</td> </tr> <tr> <td>2.0</td> <td>Colapso parcial de muros y techos de casas.</td> </tr> <tr> <td>3.0</td> <td>Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.</td> </tr> <tr> <td>4.0</td> <td>Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.</td> </tr> <tr> <td>5.0</td> <td>Postes de madera arrancados</td> </tr> <tr> <td>7.0</td> <td>Volcadura de carros de ferrocarril con carga</td> </tr> <tr> <td>9.0</td> <td>Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.</td> </tr> <tr> <td>10.0</td> <td>Posible destrucción total de edificios.</td> </tr> </tbody> </table>	Sobrepresión	Daño esperado	1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.	2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.	3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.	4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.	5.0	Postes de madera arrancados	7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga	9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.	10.0	Posible destrucción total de edificios.
	Sobrepresión	Daño esperado																	
	1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.																	
	2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.																	
	3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.																	
	4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.																	
	5.0	Postes de madera arrancados																	
	7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga																	
9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.																		
10.0	Posible destrucción total de edificios.																		
Chorro Horizontal	<p>Daños en la salud de los habitantes localizados dentro de cualquiera de los radios de afectación, ya que de acuerdo a la <b>OSHA (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional)</b>, el gas natural se considera como un asfixiante simple a cualquier concentración, por lo que no se establecen tiempos máximos permisibles de exposición a dicha sustancia de acuerdo a la NOM-010-STPS-1999.</p>																		



**Escenario 5.**

COMPAÑÍA DE AUTOABASTECEDORES DE GAS NATURAL DE MORELOS, S.A. DE C.V.				Escenario 5. AYALA, MORELOS					
% de Ruptura por un impacto.	Jet Fire Eventos 5.1 y 5.2			Explosión no confinada Eventos 5.3 y 5.4			Chorro Horizontal Eventos 5.5 y 5.6		
	ERM SAINT GOBAIN Ayala, Morelos.	Radios de afectación (R.A) (m)	Radiación Térmica (RT) Zonas de Riesgo (ZR)	Radios de Afectación (m)	Sobrepresiones y Zonas de Riesgo.	Radios de Afectación (m)	Isoconcentración (ppm)		
Evento al 100%	5.1	65,54	ZAR 5 Kw/m <sup>2</sup>	5.3	167,04	ZAR 1 psi	5.5	102,5	10 000
		123,41	ZA 1.4 Kw/m <sup>2</sup>		283,94	ZA 0,5 psi		15,25	50 000
	5.2	13,89	ZAR	5.4	57,12	ZAR		153,7	10 000
20%	5.2	26,36	ZA		97,10	ZA	02,7	50 000	
							1,45	150 000	

**Análisis de Interacciones.**

Efectos sobre la población y/o infraestructura existentes en la ZA y ZAR	
Jet Fire	<p>⌘ <u>Infraestructura presente en la ZAR (65 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 65 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalaciones de la propia empresa SAINT GOBAIN a una distancia de 20 m,</li> <li>- Automóviles que circulen sobre la de las avenidas del parque Industrial de Cuautla, al momento de ocurrir el siniestro.</li> </ul> <p>⌘ <u>Visitantes y empleados de la empresa SAINT GOBAIN que transiten dentro de la ZAR (65 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 65 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 13 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo,</li> <li>- A los 40 segundos, presentarán quemaduras de segundo grado, considerando también asfixia por la disminución de Oxígeno y la exposición a los humos generados por el incendio.</li> </ul> <p>⌘ <u>Infraestructura presente en la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 65 hasta 123 m).</u></p>



	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalaciones de la empresa SAINT GOBAIN a una distancia de 20 m,</li> </ul> <p>⌘ <u>Visitantes y empleados de la empresa SAINT GOBAIN que transiten dentro de la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1.4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio a partir de 86 hasta 162 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 115 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo en la piel expuesta,</li> <li>- Después de 663 segundos (11.05 min.), presentarán quemaduras de segundo grado,</li> </ul>
--	---

Explosión no Confinada	<p>⌘ <u>Infraestructura y habitantes presentes en la ZAR (623,95 psi a 1 psi en un radio de 0 m hasta 167,04 m) y ZA (1 psi a 0,5 psi en un radio a partir de 167,04 m hasta 283,94 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Principalmente a las Instalaciones de la empresa SAINT GOBAIN a una distancia de 20 m.</li> </ul>	
	Sobrepresión	Daño esperado
	1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.
	2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.
	3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.
	4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.
	5.0	Postes de madera arrancados
	7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga
	9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.
	10.0	Posible destrucción total de edificios.
Chorro Horizontal	<p>Daños en la salud de los habitantes localizados dentro de cualquiera de los radios de afectación, ya que de acuerdo a la <b>OSHA (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional)</b>, el gas natural se considera como un asfixiante simple a cualquier concentración, por lo que no se establecen tiempos máximos permisibles de exposición a dicha sustancia de acuerdo a la NOM-010-STPS-1999.</p>	





**Escenario 6.**

COMPAÑÍA DE AUTOABASTECEDORES DE GAS NATURAL DE MORELOS, S.A. DE C.V.				Escenario 6. JIUTEPEC, MORELOS					
% de Ruptura por un impacto.	Jet Fire Eventos 6.1 y 6.2			Explosión no confinada Eventos 6.3 y 6.4		Chorro Horizontal Eventos 6.5 y 6.6			
ERM UNILEVER Jiutepec, Morelos.	Radios de afectación (R.A) (m)	Radiación Térmica (RT) Zonas de Riesgo (ZR)	Radios de Afectación (m)	Sobrepresiones y Zonas de Riesgo.	Radios de Afectación (m)	Isoconcentración (ppm)			
Evento al 100%	6.1	65,54	ZAR 5 Kw/m <sup>2</sup>	6.3	167,04	ZAR 1 psi	6.5	102,5	10 000
		123,41	ZA 1.4 Kw/m <sup>2</sup>		283,94	ZA 0,5 psi		15,25	50 000
	3,27	150 000							
Evento al 20%	6.2	13,89	ZAR	6.4	57,12	ZAR	6.6	153,7	10 000
		26,36	ZA		97,10	ZA		02,7	50 000
	1,45	150 000							

**Análisis de Interacciones.**

Efectos sobre la población y/o infraestructura existentes en la ZA y ZAR	
Jet Fire	<p>⌘ <u>Infraestructura presente en la ZAR (65 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 65 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalaciones de la propia empresa UNILEVER a una distancia de 20 m,</li> <li>- Automóviles que circulen sobre la Avenida Eje Norte del parque Industrial CIVAC, al momento de ocurrir el siniestro.</li> </ul> <p>⌘ <u>Visitantes y empleados de la empresa UNILEVER que transiten dentro de la ZAR (65 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 65 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 13 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo,</li> <li>- A los 40 segundos, presentarán quemaduras de segundo grado, considerando también asfixia por la disminución de Oxígeno y la exposición a los humos generados por el incendio.</li> </ul> <p>⌘ <u>Infraestructura presente en la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 65 hasta 123</u></p>



	<p>m).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalaciones de la propia empresa UNILEVER a una distancia de 10 m,</li> <li>- Automóviles que circulen sobre la Avenida Eje Norte del parque Industrial CIVAC, al momento de ocurrir el siniestro.</li> <li>- Instalaciones de la empresa ALUCAPS Mexicana a 70 m de distancia,</li> </ul> <p>⌘ <u>Visitantes y empleados de la empresa UNILEVER que transiten dentro de la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1.4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio a partir de 86 hasta 162 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 115 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo en la piel expuesta,</li> <li>- Después de 663 segundos (11.05 min.), presentarán quemaduras de segundo grado,</li> </ul>
--	--

Explosión no Confinada	<p>⌘ <u>Infraestructura y habitantes presentes en la ZAR (623.95 psi a 1 psi en un radio de 0 m hasta 167.04 m) y ZA (1 psi a 0,5 psi en un radio a partir de 167.04 m hasta 283.94 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Principalmente a las Instalaciones de la empresa UNILEVER a una distancia de 10 m,</li> <li>- Instalaciones de la empresa Disc Ingeniería a 186 m de distancia,</li> <li>- Establecimiento comercial (Mueblería COSMOS) ubicado a 160 m de distancia,</li> <li>- ERM No. 8 a 165 m de distancia,</li> <li>- ERM UQUIFA instalada a 245 m de distancia,</li> <li>- Instalaciones de la empresa Givaudan a 185 m de distancia,</li> <li>- Instalaciones de la empresa Glaxosmithkline a 177 m de distancia,</li> <li>- Refrigeración de Morelos cuyas instalaciones se encuentran a 220 m de distancia.</li> </ul>	
	Sobrepresión	Daño esperado
	1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.
	2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.
	3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.
	4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.
	5.0	Postes de madera arrancados
	7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga
	9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.
10.0	Posible destrucción total de edificios.	
Chorro Horizontal	<p>Daños en la salud de los habitantes localizados dentro de cualquiera de los radios de afectación, ya que de acuerdo a la <b>OSHA (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional)</b>, el gas natural se considera como un asfixiante simple a cualquier concentración, por lo que no se establecen tiempos máximos permisibles de exposición a dicha sustancia de acuerdo a la NOM-010-STPS-1999.</p>	



**Escenario 7.**

COMPAÑÍA DE AUTOABASTECEDORES DE GAS NATURAL DE MORELOS, S.A. DE C.V.				Escenario 7. JIUTEPEC, MORELOS					
% de Ruptura por un impacto.	Jet Fire Eventos 7.1 y 7.2			Explosión no confinada Eventos 7.3 y 7.4			Chorro Horizontal Eventos 7.5 y 7.6		
	Radios de afectación (R.A) (m)		Radiación Térmica (RT) Zonas de Riesgo (ZR)	Radios de Afectación (m)		Sobrepresiones y Zonas de Riesgo.	Radios de Afectación (m)		Isoconcentración (ppm)
Evento al 100%	7.1	65,54	ZAR 5 Kw/m <sup>2</sup>	7.3	167,04	ZAR 1 psi	7.5	102,5	10 000
		123,41	ZA 1.4 Kw/m <sup>2</sup>		283,94	ZA 0,5 psi		15,25	50 000
Evento al 20%	7.2	13,89	ZAR	7.4	57,12	ZAR	7.6	153,7	10 000
		26,36	ZA		97,10	ZA		02,7	50 000
								1,45	150 000

**Análisis de Interacciones.**

Efectos sobre la población y/o infraestructura existentes en la ZA y ZAR	
Jet Fire	<p>⌘ <u>Infraestructura presente en la ZAR (65 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 65 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalaciones de la propia empresa KOLORINES a una distancia de 20 m,</li> <li>- Automóviles que circulen sobre la calle Los Claveles del parque Industrial CIVAC, al momento de ocurrir el siniestro.</li> </ul> <p>⌘ <u>Visitantes y empleados de la empresa KOLORINES que transiten dentro de la ZAR (65 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 65 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 13 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo,</li> <li>- A los 40 segundos, presentarán quemaduras de segundo grado, considerando también asfixia por la disminución de Oxígeno y la exposición a los humos generados por el incendio.</li> </ul>



	<p>⌘ <u>Infraestructura presente en la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1.4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 65 hasta 123 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalaciones de la propia empresa KOLORINES a una distancia de 10 m,</li> <li>- Automóviles que circulen sobre la calle Los Claveles del parque Industrial CIVAC, al momento de ocurrir el siniestro.</li> <li>- Tienda de conveniencia ubicada a 122 m de distancia,</li> <li>- Instalaciones industriales localizadas a 93 m de distancia en dirección Sur de la ERM KOLORINES.</li> </ul> <p>⌘ <u>Visitantes y empleados de la empresa KOLORINES que transiten dentro de la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1.4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio a partir de 86 hasta 162 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 115 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo en la piel expuesta,</li> <li>- Después de 663 segundos (11.05 min.), presentarán quemaduras de segundo grado,</li> </ul>
--	--

Explosión no Confinada	<p>⌘ <u>Infraestructura y habitantes presentes en la ZAR (623,95 psi a 1 psi en un radio de 0 m hasta 167,04 m) y ZA (1 psi a 0,5 psi en un radio a partir de 167,04 m hasta 283,94 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalaciones de la propia empresa KOLORINES a una distancia de 10 m,</li> <li>- Automóviles que circulen sobre la calle Los Claveles del parque Industrial CIVAC, al momento de ocurrir el siniestro.</li> <li>- Tienda de conveniencia ubicada a 122 m de distancia,</li> <li>- Instalaciones industriales localizadas a 93 m de distancia en dirección Sur de la ERM KOLORINES.</li> <li>- Ferretería localizada a 135 m de distancia,</li> <li>- Edificio departamental a 150 m de distancia,</li> <li>- Ferretería sobre la carretera Federal No. 160 a 167 m de distancia,</li> <li>- Casas habitación de la colonia del Carmen a 130 m de distancia.</li> </ul>	
	Sobrepresión	Daño esperado
	1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.
	2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.
	3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.
	4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.
	5.0	Postes de madera arrancados
	7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga
	9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.
	10.0	Posible destrucción total de edificios.
Chorro Horizontal	<p>Daños en la salud de los habitantes localizados dentro de cualquiera de los radios de afectación, ya que de acuerdo a la <b>OSHA (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional)</b>, el gas natural se considera como un asfixiante simple a cualquier concentración, por lo que no se establecen tiempos máximos permisibles de exposición a dicha sustancia de acuerdo a la NOM-010-STPS-1999.</p>	





**Escenario 8.**

COMPAÑÍA DE AUTOABASTECEDORES DE GAS NATURAL DE MORELOS, S.A. DE C.V.				Escenario 8. JIUTEPEC, MORELOS					
% de Ruptura por un impacto.	Jet Fire Eventos 8.1 y 8.2			Explosión no confinada Eventos 8.3 y 8.4		Chorro Horizontal Eventos 8.5 y 8.6			
	ER4 Jiutepec, Morelos.	Radios de afectación (R.A) (m)	Radiación Térmica (RT) Zonas de Riesgo (ZR)	Radios de Afectación (m)	Sobrepresiones y Zonas de Riesgo.	Radios de Afectación (m)	Isoconcentración (ppm)		
Evento al 100%	8.1	65,54	ZAR 5 Kw/m <sup>2</sup>	8.3	167,04	ZAR 1 psi	8.5	102,5	10 000
		123,41	ZA 1.4 Kw/m <sup>2</sup>		283,94	ZA 0,5 psi		15,25	50 000
	3,27	150 000							
Evento al 20%	8.2	13,89	ZAR	8.4	57,12	ZAR	8.6	153,7	10 000
		26,36	ZA		97,10	ZA		02,7	50 000
	1,45	150 000							

**Análisis de Interacciones.**

Efectos sobre la población y/o infraestructura existentes en la ZA y ZAR	
Jet Fire	<p>⌘ <u>Infraestructura presente en la ZAR (65 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 65 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalaciones del Hotel Primavera a 25 m,</li> <li>- Instalaciones de la empresa SUGAR a 60 m de distancia,</li> <li>- Instalaciones religiosas a 58 m de distancia.</li> <li>- Vehículos que transiten sobre la carretera Federal No. 160 al momento de que ocurra el siniestro.</li> </ul> <p>⌘ <u>Personas que transiten dentro de la ZAR (65 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 65 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 13 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo,</li> <li>- A los 40 segundos, presentarán quemaduras de segundo grado, considerando también</li> </ul>



	<p>asfixia por la disminución de Oxígeno y la exposición a los humos generados por el incendio.</p> <p>⌘ <u>Infraestructura presente en la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 65 hasta 123 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalaciones Bancarias a 76 m de distancia,</li> <li>- Restaurantes de comida rápida,</li> <li>- Empresa ferretera a 98 m.</li> </ul> <p>⌘ <u>Personas que transiten dentro de la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1.4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio a partir de 86 hasta 162 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 115 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo en la piel expuesta,</li> <li>- Después de 663 segundos (11.05 min.), presentarán quemaduras de segundo grado,</li> </ul>
--	---

Explosión no Confinada	<p>⌘ <u>Infraestructura y habitantes presentes en la ZAR (623,95 psi a 1 psi en un radio de 0 m hasta 167,04 m) y ZA (1 psi a 0,5 psi en un radio a partir de 167,04 m hasta 283,94 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalaciones del Hotel Primavera a 25 m,</li> <li>- Instalaciones de la empresa SUGAR a 60 m de distancia,</li> <li>- Instalaciones religiosas a 58 m de distancia.</li> <li>- Vehículos que transiten sobre la carretera Federal No. 160 al momento de que ocurra la explosión,</li> <li>- Instalaciones Bancarias a 175 m,</li> <li>- Instalaciones Bancarias a 76 m de distancia,</li> <li>- Restaurantes de comida rápida a 90 m,</li> <li>- Empresa ferretera a 98 m de distancia,</li> <li>- Línea de establecimientos comerciales sobre la carretera Federal No 160 desde los 85 m hasta 280 m de distancia.</li> </ul>	
	Sobrepresión	Daño esperado
	1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.
	2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.
	3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.
	4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.
	5.0	Postes de madera arrancados
	7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga
	9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.
	10.0	Posible destrucción total de edificios.
Chorro Horizontal	<p>Daños en la salud de los habitantes localizados dentro de cualquiera de los radios de afectación, ya que de acuerdo a la <b>OSHA (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional)</b>, el gas natural se considera como un asfixiante simple a cualquier concentración, por lo que no se establecen tiempos máximos permisibles de exposición a dicha sustancia de acuerdo a la NOM-010-STPS-1999.</p>	



**Escenario 9.**

COMPAÑÍA DE AUTOABASTECEDORES DE GAS NATURAL DE MORELOS, S.A. DE C.V.				Escenario 9. JIUTEPEC, MORELOS						
% de Ruptura por un impacto.	Jet Fire Eventos 9.1 y 9.2			Explosión no confinada Eventos 9.3 y 9.4			Chorro Horizontal Eventos 9.5 y 9.6			
	Radios de afectación (R.A) (m)		Radiación Térmica (RT) Zonas de Riesgo (ZR)	Radios de Afectación (m)		Sobrepresiones y Zonas de Riesgo.	Radios de Afectación (m)		Isoconcentración (ppm)	
ER8 Jiutepec, Morelos.	Evento al 100%	9.1	65,54	ZAR 5 Kw/m <sup>2</sup>	9.3	167,04	ZAR 1 psi	9.5	102,5	10 000
			123,41	ZA 1.4 Kw/m <sup>2</sup>		283,94	ZA 0,5 psi		15,25	50 000
									3,27	150 000
Evento al 20%	9.2		13,89	ZAR	9.4	57,12	ZAR	9.6	153,7	10 000
									02,7	50 000
			26,36	ZA		97,10	ZA		1,45	150 000

**Análisis de Interacciones.**

Efectos sobre la población y/o infraestructura existentes en la ZA y ZAR	
Jet Fire	<p>⌘ <u>Infraestructura presente en la ZAR (65 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 65 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Empresa de muebles a 30 m,</li> <li>- Instalaciones de UNILEVER a 60 m,</li> <li>- Restaurant a 65 m,</li> <li>- Establecimientos comerciales a 62 m,</li> <li>- Instalaciones de la empresa Disc Ingeniería a 23 m,</li> </ul> <p>⌘ <u>Personas que transiten por la Avenida Eje Norte Sur y Calle 21 Este dentro de la ZAR (65 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 65 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p>



	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 13 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo,</li> <li>- A los 40 segundos, presentarán quemaduras de segundo grado, considerando también asfixia por la disminución de Oxígeno y la exposición a los humos generados por el incendio.</li> </ul> <p>⌘ <u>Infraestructura presente en la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 65 hasta 123 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalaciones de Glaxosmithkline a 80 m de distancia,</li> <li>- Instalaciones de la empresa ALUCAPS Mexicana a 90 m de distancia,</li> <li>- Tienda comercial de autopartes a 106 m de distancia,</li> <li>- Empresa llantera a 100 m de distancia,</li> <li>- Pequeño restaurant a 115 m de distancia,</li> <li>- Taller de torno a 83 m,</li> <li>- Maderería a 95 m de distancia.</li> </ul> <p>⌘ <u>Personas que transiten por la Av. Eje Norte Sur y calle 21 Este dentro de la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1.4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio a partir de 86 hasta 162 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 115 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo en la piel expuesta,</li> <li>- Después de 663 segundos (11.05 min.), presentarán quemaduras de segundo grado,</li> </ul>	
Explosión no Confinada	<p>⌘ <u>Infraestructura y habitantes presentes en la ZAR (623,95 psi a 1 psi en un radio de 0 m hasta 167,04 m) y ZA (1 psi a 0,5 psi en un radio a partir de 167,04 m hasta 283,94 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Empresa de muebles a 30 m,</li> <li>- Instalaciones de UNILEVER a 60 m,</li> <li>- Restaurant a 65 m,</li> <li>- Establecimientos comerciales a 62 m,</li> <li>- Instalaciones de la empresa Disc Ingeniería a 23 m,</li> <li>- Instalaciones de Glaxosmithkline a 80 m de distancia,</li> <li>- Instalaciones de la empresa ALUCAPS Mexicana a 90 m de distancia,</li> <li>- Tienda comercial de autopartes a 106 m de distancia,</li> <li>- Empresa llantera a 100 m de distancia,</li> <li>- Pequeño restaurant a 115 m de distancia,</li> <li>- Taller de torno a 83 m,</li> <li>- Maderería a 95 m de distancia</li> </ul>	
	Sobrepresión	Daño esperado
	1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.
	2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.
	3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.
	4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.
	5.0	Postes de madera arrancados
	7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga
	9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.
10.0	Posible destrucción total de edificios.	
Chorro Horizontal	<p>Daños en la salud de los habitantes localizados dentro de cualquiera de los radios de afectación, ya que de acuerdo a la <b>OSHA (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional)</b>, el gas natural se considera como un asfixiante simple a cualquier concentración, por lo que no se establecen tiempos máximos permisibles de exposición a dicha sustancia de acuerdo a la NOM-010-STPS-1999.</p>	





### Escenario 10.

COMPAÑÍA DE AUTOABASTECEDORES DE GAS NATURAL DE MORELOS, S.A. DE C.V.				Escenario 10. CUAUTLA, MORELOS					
% de Ruptura por un impacto.	Jet Fire Eventos 10.1 y 10.2			Explosión no confinada Eventos 10.3 y 10.4		Chorro Horizontal Eventos 10.5 y 10.6			
	Radios de afectación (R.A) (m)	Radiación Térmica (RT) Zonas de Riesgo (ZR)		Radios de Afectación (m)	Sobrepresión y Zonas de Riesgo.	Radios de Afectación (m)	Isoconcentración (ppm)		
Evento al 100%	10.1	65,54	ZAR 5 Kw/m <sup>2</sup>	10.3	167,04	ZAR 1 psi	10.5	102,5	10 000
		123,41	ZA 1.4 Kw/m <sup>2</sup>		283,94	ZA 0,5 psi		15,25	50 000
								3,27	150 000
Evento al 20%	10.2	13,89	ZAR	10.4	57,12	ZAR	10.6	153,7	10 000
		26,36	ZA		97,10	ZA		02,7	50 000
									1,45

### Análisis de Interacciones.

Efectos sobre la población y/o infraestructura existentes en la ZA y ZAR	
Jet Fire	<p>⌘ <u>Infraestructura presente en la ZAR (65 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 65 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalaciones de un vivero a 53 m,</li> <li>- Vehículos que transiten por el camino viejo a Santa Inés en el momento que ocurra el siniestro.</li> </ul> <p>⌘ <u>Personas que transiten por el camino viejo a Santa Inés dentro de la ZAR (65 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 65 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 13 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo,</li> <li>- A los 40 segundos, presentarán quemaduras de segundo grado, considerando también asfixia por la disminución de Oxígeno y la exposición a los humos generados por el incendio.</li> </ul> <p>⌘ <u>Infraestructura presente en la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 65 hasta 123 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalaciones de ex. Hacienda,</li> <li>- Vehículos que transiten por el camino viejo a Santa Inés en el momento que ocurra el siniestro.</li> </ul>



	<p>⌘ <u>Personas que transiten por el camino viejo a Santa Inés dentro de la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1.4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio a partir de 86 hasta 162 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 115 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo en la piel expuesta,</li> <li>- Después de 663 segundos (11.05 min.), presentarán quemaduras de segundo grado,</li> </ul>																		
Explosión no Confinada	<p>⌘ <u>Infraestructura y habitantes presentes en la ZAR (623,95 psi a 1 psi en un radio de 0 m hasta 167,04 m) y ZA (1 psi a 0,5 psi en un radio a partir de 167,04 m hasta 283,94 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalaciones de un vivero a 53 m,</li> <li>- Instalaciones de ex. Hacienda,</li> <li>- Vehículos que transiten por el camino viejo a Santa Inés en el momento que ocurra la explosión,</li> <li>- Instalaciones de la empresa Conaplor a 180 m de distancia,</li> <li>- Casas Habitación de la unidad habitacional Arboleda el Centenario a 180 m de distancia.</li> </ul>																		
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Sobrepresión</th> <th>Daño esperado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.0</td> <td>Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.</td> </tr> <tr> <td>2.0</td> <td>Colapso parcial de muros y techos de casas.</td> </tr> <tr> <td>3.0</td> <td>Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.</td> </tr> <tr> <td>4.0</td> <td>Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.</td> </tr> <tr> <td>5.0</td> <td>Postes de madera arrancados</td> </tr> <tr> <td>7.0</td> <td>Volcadura de carros de ferrocarril con carga</td> </tr> <tr> <td>9.0</td> <td>Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.</td> </tr> <tr> <td>10.0</td> <td>Posible destrucción total de edificios.</td> </tr> </tbody> </table>	Sobrepresión	Daño esperado	1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.	2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.	3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.	4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.	5.0	Postes de madera arrancados	7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga	9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.	10.0	Posible destrucción total de edificios.
	Sobrepresión	Daño esperado																	
	1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.																	
	2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.																	
	3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.																	
	4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.																	
	5.0	Postes de madera arrancados																	
	7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga																	
9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.																		
10.0	Posible destrucción total de edificios.																		
Chorro Horizontal	<p>Daños en la salud de los habitantes localizados dentro de cualquiera de los radios de afectación, ya que de acuerdo a la <b>OSHA (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional)</b>, el gas natural se considera como un asfixiante simple a cualquier concentración, por lo que no se establecen tiempos máximos permisibles de exposición a dicha sustancia de acuerdo a la NOM-010-STPS-1999.</p>																		



### Escenario 11.

COMPAÑÍA DE AUTOABASTECEDORES DE GAS NATURAL DE MORELOS, S.A. DE C.V.				Escenario 11. YECAPIXTLA, MORELOS					
% de Ruptura por un impacto.	Jet Fire Eventos 11.1 y 11.2			Explosión no confinada Eventos 11.3 y 11.4			Chorro Horizontal Eventos 11.5 y 11.6		
	ERM BURLINGTON Yecapixtla, Morelos.	Radios de afectación (R.A) (m)	Radiación Térmica (RT) Zonas de Riesgo (ZR)	Radios de Afectación (m)	Sobrepresión y Zonas de Riesgo.	Radios de Afectación (m)	Isoconcentración (ppm)		
Evento al 100%							11.1	44,43	ZAR 5 Kw/m <sup>2</sup>
	83,70	ZA 1.4 Kw/m <sup>2</sup>	216,69	ZA 0,5 psi	9,58	50 000			
Evento al 20%	11.2	9,33	ZAR	11.4	43,59	ZAR	11.6	98,60	10 000
		17,83	ZA		74,10	ZA		2,11	50 000
				1,30				150 000	

### Análisis de Interacciones.

Efectos sobre la población y/o infraestructura existentes en la ZA y ZAR	
Jet Fire	⌘ <u>Infraestructura presente en la ZAR (48 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 45 m).</u> - Instalaciones de la propia empresa BURLINGTON a 20 m de distancia,
	⌘ <u>Empleados y visitantes de la empresa BURLINGTON que se encuentren dentro de la ZAR (48 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 45 m), al momento que ocurra el siniestro:</u> - A los 13 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo, - A los 40 segundos, presentarán quemaduras de segundo grado, considerando también asfixia por la disminución de Oxígeno y la exposición a los humos generados por el incendio.
	⌘ <u>Infraestructura presente en la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 45 hasta 83 m).</u> - Instalaciones de la empresa BURLINGTON a 20 m de distancia.



	<p>⌘ <u>Empleados y visitantes de la empresa BURLINGTON que se encuentren dentro de la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1.4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio a partir de 45 hasta 83 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 115 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo en la piel expuesta,</li> <li>- Después de 663 segundos (11.05 min.), presentarán quemaduras de segundo grado,</li> </ul>
--	--

Explosión no Confinada	<p>⌘ <u>Infraestructura y habitantes presentes en la ZAR (390 psi a 1 psi en un radio de 0 m hasta 127 m) y ZA (1 psi a 0,5 psi en un radio a partir de 127 m hasta 216 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalaciones de la empresa BURLINGTON a 20 m de distancia,</li> <li>- Terrenos agrícolas a 100 m de distancia,</li> <li>- Empleados y visitante de la empresa BURLINGTON que se encuentren dentro de los radios de la ZAR y ZA en el momento que ocurra la explosión.</li> </ul>	
	Sobrepresión	Daño esperado
	1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.
	2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.
	3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.
	4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.
	5.0	Postes de madera arrancados
	7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga
	9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.
10.0	Posible destrucción total de edificios.	
Chorro Horizontal	<p>Daños en la salud de los habitantes localizados dentro de cualquiera de los radios de afectación, ya que de acuerdo a la <b>OSHA (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional)</b>, el gas natural se considera como un asfixiante simple a cualquier concentración, por lo que no se establecen tiempos máximos permisibles de exposición a dicha sustancia de acuerdo a la NOM-010-STPS-1999.</p>	





Escenario 12.

COMPAÑÍA DE AUTOABASTECEDORES DE GAS NATURAL DE MORELOS, S.A. DE C.V.				Escenario 12. AYALA, MORELOS					
% de Ruptura por un impacto.	Jet Fire Eventos 12.1 y 12.2			Explosión no confinada Eventos 12.3 y 12.4		Chorro Horizontal Eventos 12.5 y 12.6			
	ERM CONTINENTAL Ayala, Morelos.	Radios de afectación (R.A) (m)	Radiación Térmica (RT) Zonas de Riesgo (ZR)	Radios de Afectación (m)	Sobrepresión y Zonas de Riesgo.	Radios de Afectación (m)	Isoconcentración (ppm)		
Evento al 100%		12.1	33,7	ZAR 5 Kw/m <sup>2</sup>	12.3	105,87	ZAR 1 psi	12.5	376,62
	63,53		ZA 1.4 Kw/m <sup>2</sup>	178,87		ZA 0,5 psi	6,65		50 000
							2,17		150 000
Evento al 20%	12.2	7,00	ZAR	12.4	35,98	ZAR	12.6	72,6	10 000
		13,5	ZA		61,17	ZA		1,82	50 000
								1,22	150 000

Análisis de Interacciones.

Efectos sobre la población y/o infraestructura existentes en la ZA y ZAR	
Jet Fire	<p>⌘ <u>Infraestructura presente en la ZAR (36 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 33 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalaciones de la propia empresa CONTINENTAL a 10 m de distancia,</li> </ul> <p>⌘ <u>Empleados y visitantes de la empresa CONTINENTAL que se encuentren dentro de la ZAR (36 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 33 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 13 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo,</li> <li>- A los 40 segundos, presentarán quemaduras de segundo grado, considerando también asfixia por la disminución de Oxígeno y la exposición a los humos generados por el incendio.</li> </ul>



	<p>⌘ <u>Infraestructura presente en la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1.4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 33 hasta 63 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalaciones de la empresa CONTINENTAL a 20 m de distancia.</li> </ul> <p>⌘ <u>Empleados y visitantes de la empresa CONTINENTAL que se encuentren dentro de la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1.4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio a partir de 33 hasta 63 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 115 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo en la piel expuesta,</li> <li>- Después de 663 segundos (11.05 min.), presentarán quemaduras de segundo grado,</li> </ul>
--	--

Explosión no Confinada	<p>⌘ <u>Infraestructura y habitantes presentes en la ZAR (269,7 psi a 1 psi en un radio de 0 m hasta 105,87 m) y ZA (1 psi a 0,5 psi en un radio a partir de 105,87 m hasta 178,82 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalaciones de la empresa CONTINENTAL a 10 m de distancia,</li> <li>- Empleados y visitante de la empresa CONTINENTAL que se encentren dentro de los radios de la ZAR y ZA en el momento que ocurra la explosión.</li> </ul>	
	Sobrepresión	Daño esperado
	1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.
	2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.
	3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.
	4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.
	5.0	Postes de madera arrancados
	7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga
9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.	
10.0	Posible destrucción total de edificios.	
Chorro Horizontal	<p>Daños en la salud de los habitantes localizados dentro de cualquiera de los radios de afectación, ya que de acuerdo a la <b>OSHA (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional)</b>, el gas natural se considera como un asfixiante simple a cualquier concentración, por lo que no se establecen tiempos máximos permisibles de exposición a dicha sustancia de acuerdo a la NOM-010-STPS-1999.</p>	



**Escenario 13.**

COMPAÑÍA DE AUTOABASTECEDORES DE GAS NATURAL DE MORELOS, S.A. DE C.V.				Escenario 13. JIUTEPEC, MORELOS					
% de Ruptura por un impacto.	Jet Fire Eventos 13.1 y 13.2			Explosión no confinada Eventos 13.3 y 13.4			Chorro Horizontal Eventos 13.5 y 13.6		
	ERM UQUIFA Jiutepec, Morelos.	Radios de afectación (R.A) (m)	Radiación Térmica (RT) Zonas de Riesgo (ZR)	Radios de Afectación (m)	Sobrepresión y Zonas de Riesgo.	Radios de Afectación (m)	Isoconcentración (ppm)		
Evento al 100%	13.1	33,7	ZAR 5 Kw/m <sup>2</sup>	13.3	105,87	ZAR 1 psi	13.5	376,62	10 000
		63,53	ZA 1.4 Kw/m <sup>2</sup>		178,87	ZA 0,5 psi		6,65	50 000
								2,17	150 000
Evento al 20%	13.2	7,00	ZAR	13.4	35,98	ZAR	13.6	72,6	10 000
									1,82
		13,5	ZA		61,17	ZA			1,22

**Análisis de Interacciones.**

Efectos sobre la población y/o infraestructura existentes en la ZA y ZAR	
Jet Fire	<p>⌘ <u>Infraestructura presente en la ZAR (36 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 33 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Parte frontal de la empresa UQUIFA a 30 m de distancia,</li> </ul> <p>⌘ <u>Empleados y visitantes de la empresa UQUIFA que se encuentren dentro de la ZAR (36 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 33 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 13 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo,</li> <li>- A los 40 segundos, presentarán quemaduras de segundo grado, considerando también asfixia por la disminución de Oxígeno y la exposición a los humos generados por el</li> </ul>



	<p>incendio.</p> <p>⌘ <u>Infraestructura presente en la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 33 hasta 63 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalaciones de la empresa UQUIFA a 50 m de distancia.</li> </ul> <p>⌘ <u>Empleados y visitantes de la empresa UQUIFA que se encuentren dentro de la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1.4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio a partir de 33 hasta 63 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 115 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo en la piel expuesta,</li> <li>- Después de 663 segundos (11.05 min.), presentarán quemaduras de segundo grado,</li> </ul>	
Explosión no Confinada	<p>⌘ <u>Infraestructura y habitantes presentes en la ZAR (269,7 psi a 1 psi en un radio de 0 m hasta 105,87 m) y ZA (1 psi a 0,5 psi en un radio a partir de 105,87 hasta 178,82 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalaciones de la empresa UQUIFA a 50 m de distancia,</li> <li>- Instalaciones de la empresa Givadan ubicada a 102 m de distancia,</li> <li>- Instalaciones de la empresa UNILEVER a 98 m de distancia,</li> <li>- Vehículos que transiten por la Av. Eje Norte Sur en el momento que ocurra la explosión,</li> <li>- Empleados y visitante de la empresa UQUIFA que se encentren dentro de los radios de la ZAR y ZA en el momento que ocurra la explosión.</li> </ul>	
	Sobrepresión	Daño esperado
	1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.
	2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.
	3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.
	4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.
	5.0	Postes de madera arrancados
	7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga
	9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.
10.0	Posible destrucción total de edificios.	
Chorro Horizontal	<p>Daños en la salud de los habitantes localizados dentro de cualquiera de los radios de afectación, ya que de acuerdo a la <b>OSHA (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional)</b>, el gas natural se considera como un asfixiante simple a cualquier concentración, por lo que no se establecen tiempos máximos permisibles de exposición a dicha sustancia de acuerdo a la NOM-010-STPS-1999.</p>	





**Escenario 14.**

COMPAÑÍA DE AUTOABASTECEDORES DE GAS NATURAL DE MORELOS, S.A. DE C.V.				Escenario 14. JIUTEPEC, MORELOS					
% de Ruptura por un impacto.	Jet Fire Eventos 14.1 y 14.2			Explosión no confinada Eventos 14.3 y 14.4			Chorro Horizontal Eventos 14.5 y 14.6		
	Radios de afectación (R.A) (m)		Radiación Térmica (RT) Zonas de Riesgo (ZR)	Radios de Afectación (m)		Sobrepresión y Zonas de Riesgo.	Radios de Afectación (m)		Isoconcentración (ppm)
Evento al 100%	14.1	25,14	ZAR 5 Kw/m <sup>2</sup>	14.3	127,47	ZAR 1 psi	14.5	442,57	10 000
		49,67	ZA 1.4 Kw/m <sup>2</sup>		216,69	ZA 0,5 psi		09,66	50 000
									02,59
Evento al 20%	14.2	5,04	ZAR	14.4	43,59	ZAR	14.6	98,6	10 000
		10,47	ZA		74,10	ZA		02,11	50 000
									1,3

**Análisis de Interacciones.**

Efectos sobre la población y/o infraestructura existentes en la ZA y ZAR



Jet Fire	<p>⌘ <u>Infraestructura presente en la ZAR (17 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 25 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten sobre la Av. 6 Este y Eje Norte Sur al momento de que ocurra el siniestro.</li> </ul> <p>⌘ <u>Personas que transiten sobre las avenidas 6 Este y Eje Norte Sur y que se encuentren dentro de la ZAR (17 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 25 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 13 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo,</li> <li>- A los 40 segundos, presentarán quemaduras de segundo grado, considerando también asfixia por la disminución de Oxígeno y la exposición a los humos generados por el incendio.</li> </ul> <p>⌘ <u>Infraestructura presente en la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1.4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 25 hasta 50 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cancha de futbol ubicada a 40 m de distancia,</li> <li>- Mini súper localizado a 45 m de distancia.</li> <li>- Casas habitación de la colonia CIVAC Los Robles.</li> </ul> <p>⌘ <u>Personas que se encuentren dentro de la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1.4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio a partir de 25 hasta 50 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 115 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo en la piel expuesta,</li> <li>- Después de 663 segundos (11.05 min.), presentarán quemaduras de segundo grado,</li> </ul>
----------	--

Explosión no Confinada	<p>⌘ <u>Infraestructura y habitantes presentes en la ZAR (390 psi a 1 psi en un radio de 0 m hasta 127,47 m) y ZA (1 psi a 0,5 psi en un radio a partir de 127,47 m hasta 216,69 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cancha de futbol ubicada a 40 m de distancia,</li> <li>- Mini súper localizado a 45 m de distancia.</li> <li>- Casas habitación de la colonia CIVAC Los Robles.</li> <li>- Vehículos que transiten sobre la Av. 6 Este y Eje Norte Sur al momento de que ocurra el siniestro.</li> <li>- Instalaciones de la empresa BAXTER ubicada a 140 m de distancia,</li> </ul>	
	Sobrepresión	Daño esperado
	1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.
	2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.
	3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.
	4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.
	5.0	Postes de madera arrancados
	7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga
	9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.
10.0	Posible destrucción total de edificios.	
Chorro Horizontal	<p>Daños en la salud de los habitantes localizados dentro de cualquiera de los radios de afectación, ya que de acuerdo a la <b>OSHA (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional)</b>, el gas natural se considera como un asfixiante simple a cualquier concentración, por lo que no se establecen tiempos máximos permisibles de exposición a dicha sustancia de acuerdo a la NOM-010-STPS-1999.</p>	



**Escenario 15.**

COMPAÑÍA DE AUTOABASTECEDORES DE GAS NATURAL DE MORELOS, S.A. DE C.V.				Escenario 15. CUERNAVACA, MORELOS						
% de Ruptura por un impacto.	Jet Fire Eventos 15.1 y 15.2			Explosión no confinada Eventos 15.3 y 15.4			Chorro Horizontal Eventos 15.5 y 15.6			
	Radios de afectación (R.A) (m)	Radiación Térmica (RT) Zonas de Riesgo (ZR)		Radios de Afectación (m)	Sobrepresión y Zonas de Riesgo.		Radios de Afectación (m)	Isoconcentración (ppm)		
ERM IMSS Cuernavaca, Morelos.	Evento al 100%	15.1	37,15	ZAR 5 Kw/m <sup>2</sup>	15.3	167,04	ZAR 1 psi	15.5	525,93	10 000
			73,27	ZA 1.4 Kw/m <sup>2</sup>		283,94	ZA 0,5 psi		15,41	50 000
									3,29	150 000
Evento al 20%	15.2		7,68	ZAR	15.4	57,12	ZAR	15.6	153,06	10 000
									2,7	50 000
			15,56	ZA		97,10	ZA		1,45	150 000

**Análisis de Interacciones.**



Efectos sobre la población y/o infraestructura existentes en la ZA y ZAR	
Jet Fire	<p>⌘ <u>Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 160 y que se encuentren dentro de la ZAR (22 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 37 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalaciones del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) a una distancia de 30 m.</li> </ul> <p>⌘ <u>Personas que transiten sobre las avenidas aledañas y sobre la carretera Federal No. 160, mismas que se encuentren dentro de la ZAR (22 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 37 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 13 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo,</li> <li>- A los 40 segundos, presentarán quemaduras de segundo grado, considerando también asfixia por la disminución de Oxígeno y la exposición a los humos generados por el incendio.</li> </ul> <p>⌘ <u>Infraestructura presente en la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 37 hasta 73 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalaciones del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) a una distancia de 30 m,</li> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 160 al momento de que ocurra el siniestro.</li> </ul> <p>⌘ <u>Personas que convergen a diario a las instalaciones del IMSS dentro de la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 37 hasta 73 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 115 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo en la piel expuesta,</li> <li>- Después de 663 segundos (11.05 min.), presentarán quemaduras de segundo grado.</li> </ul>

Explosión no Confinada	<p>⌘ <u>Infraestructura y habitantes presentes en la ZAR (623,95 psi a 1 psi en un radio de 0 m hasta 167,04 m) y ZA (1 psi a 0,5 psi en un radio a partir de 167,04 m hasta 283,94 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalaciones del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) a una distancia de 30 m,</li> <li>- Estación para el abastecimiento de combustibles (Gasolinera) a una distancia de 155 m,</li> <li>- Sucursal bancaria a 221 m de distancia,</li> <li>- Establecimiento comercial (OXXO) a una distancia de 230 m,</li> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 160 al momento de que ocurra el siniestro.</li> <li>- Monumento a la Revolución a 115 m de distancia,</li> </ul>	
	Sobrepresión	Daño esperado
	1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.
	2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.
	3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.
	4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.
	5.0	Postes de madera arrancados
	7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga
	9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.
10.0	Posible destrucción total de edificios.	
Chorro Horizontal	<p>Daños en la salud de los habitantes localizados dentro de cualquiera de los radios de afectación, ya que de acuerdo a la <b>OSHA (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional)</b>, el gas natural se considera como un asfixiante simple a cualquier concentración, por lo que no se establecen tiempos máximos permisibles de exposición a dicha sustancia de acuerdo a la NOM-010-STPS-1999.</p>	





**Escenario 16.**

COMPAÑÍA DE AUTOABASTECEDORES DE GAS NATURAL DE MORELOS, S.A. DE C.V.				Escenario 16. CUERNAVACA, MORELOS						
% de Ruptura por un impacto.	Jet Fire Eventos 16.1 y 16.2			Explosión no confinada Eventos 16.3 y 16.4		Chorro Horizontal Eventos 16.5 y 16.6				
	Radios de afectación (R.A) (m)	Radiación Térmica (RT) Zonas de Riesgo (ZR)		Radios de Afectación (m)	Sobrepresión y Zonas de Riesgo.	Radios de Afectación (m)	Isoconcentración (ppm)			
ERM GRUPAK Cuernavaca, Morelos.	Evento al 100%	16.1	37,15	ZAR 5 Kw/m <sup>2</sup>	16.3	167,04	ZAR 1 psi	16.5	525,93	10 000
			73,27	ZA 1.4 Kw/m <sup>2</sup>		283,94	ZA 0,5 psi		15,41	50 000
									3,29	150 000
Evento al 20%	16.2		7,68	ZAR	16.4	57,12	ZAR	16.6	153,06	10 000
									2,7	50 000
			15,56	ZA		97,10	ZA		1,45	150 000

**Análisis de Interacciones.**



Efectos sobre la población y/o infraestructura existentes en la ZA y ZAR		
Jet Fire	<p>⌘ <u>Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 160 y que se encuentren dentro de la ZAR (22 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 37 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalaciones de la empresa GRUPAK a 30 m,</li> </ul>	
	<p>⌘ <u>Personas que transiten sobre la Avenida Atlacomulco, mismas que se encuentren dentro de la ZAR (22 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 37 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 13 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo,</li> <li>- A los 40 segundos, presentarán quemaduras de segundo grado, considerando también asfixia por la disminución de Oxígeno y la exposición a los humos generados por el incendio.</li> </ul>	
	<p>⌘ <u>Infraestructura presente en la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 37 hasta 73 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalaciones del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) a una distancia de 30 m,</li> <li>- Vehículos que transiten por la Av. Atlacomulco y Av. San Juan al momento de que ocurra el siniestro,</li> <li>- Casas habitación del sector habitacional Las Quintas</li> </ul>	
	<p>⌘ <u>Personas que transiten por las avenidas del sector, mismas que se encuentren dentro de la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 37 hasta 73 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 115 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo en la piel expuesta,</li> <li>- Después de 663 segundos (11.05 min.), presentarán quemaduras de segundo grado.</li> </ul>	
Explosión no Confinada	<p>⌘ <u>Infraestructura y habitantes presentes en la ZAR (623,95 psi a 1 psi en un radio de 0 m hasta 167,04 m) y ZA (1 psi a 0,5 psi en un radio a partir de 167,04 m hasta 283,94 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalaciones del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) a una distancia de 30 m,</li> <li>- Vehículos que transiten por la Av. Atlacomulco y Av. San Juan al momento de que ocurra el siniestro,</li> <li>- Casas habitación del sector habitacional Las Quintas,</li> <li>- Institución educativa (Colegio Boston) a 110 m de distancia,</li> <li>- Tienda de abarrotes a 79 m.</li> </ul>	
	<b>Sobrepresión</b>	<b>Daño esperado</b>
	1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.
	2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.
	3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.
	4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.
	5.0	Postes de madera arrancados
	7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga
	9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.
10.0	Posible destrucción total de edificios.	
Chorro Horizontal	<p>Daños en la salud de los habitantes localizados dentro de cualquiera de los radios de afectación, ya que de acuerdo a la <b>OSHA (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional)</b>, el gas natural se considera como un asfixiante simple a cualquier concentración, por lo que no se establecen tiempos máximos permisibles de exposición a dicha sustancia de acuerdo a la NOM-010-STPS-1999.</p>	



**Escenario 17.**

COMPAÑÍA DE AUTOABASTECEDORES DE GAS NATURAL DE MORELOS, S.A. DE C.V.				Escenario 17. CUERNAVACA, MORELOS					
% de Ruptura por un impacto.	Jet Fire Eventos 17.1 y 17.2			Explosión no confinada Eventos 17.3 y 17.4			Chorro Horizontal Eventos 17.5 y 17.6		
	ERM BRIDGESTON  Cuernavaca, Morelos.	Radios de afectación (R.A) (m)	Radiación Térmica (RT) Zonas de Riesgo (ZR)	Radios de Afectación (m)	Sobrepresión y Zonas de Riesgo.	Radios de Afectación (m)	Isoconcentración (ppm)		
Evento al 100%	17.1	37,15	ZAR 5 Kw/m <sup>2</sup>	17.3	167,04	ZAR 1 psi	17.5	525,93	10 000
		73,27	ZA 1.4 Kw/m <sup>2</sup>		283,94	ZA 0,5 psi		15,41	50 000
								3,29	150 000
Evento al 20%	17.2	7,68	ZAR	17.4	57,12	ZAR	17.6	153,06	10 000
		15,56	ZA		97,10	ZA		2,7	50 000
								1,45	150 000

**Análisis de Interacciones.**



Efectos sobre la población y/o infraestructura existentes en la ZA y ZAR	
Jet Fire	<p>⌘ <u>Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 95 y que se encuentren dentro de la ZAR (22 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 37 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalaciones de la empresa BRIDGESTON a 50 m,</li> </ul> <p>⌘ <u>Personas que arriben al centro comercial de Cuernavaca, mismas que se encuentren dentro de la ZAR (22 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 37 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 13 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo,</li> <li>- A los 40 segundos, presentarán quemaduras de segundo grado, considerando también asfixia por la disminución de Oxígeno y la exposición a los humos generados por el incendio.</li> </ul> <p>⌘ <u>Infraestructura presente en la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1.4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 37 hasta 73 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalaciones de BRIDGESTON a 50 m,</li> <li>- Parte del estacionamiento del centro comercial Galerías, a 75 m.</li> </ul> <p>⌘ <u>Personas arriben al centro comercial Galerías y los que transiten por la carretera Federal No. 95, mismas que se encuentren dentro de la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1.4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 37 hasta 73 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 115 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo en la piel expuesta,</li> <li>- Después de 663 segundos (11.05 min.), presentarán quemaduras de segundo grado.</li> </ul>

Explosión no Confinada	<p>⌘ <u>Infraestructura y habitantes presentes en la ZAR (623,95 psi a 1 psi en un radio de 0 m hasta 167,04 m) y ZA (1 psi a 0,5 psi en un radio a partir de 167,04 m hasta 283,94 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalaciones de la tienda comercial Liverpool a 236 m de distancia,</li> <li>- Instalaciones de BRIDGESTON a 50 m,</li> <li>- Estacionamiento del centro comercial Galerías a 100 m de distancia,</li> <li>- Instalaciones de Gameplanet Galerías ubicadas a 190 m de distancia,</li> <li>- Taller de mantenimiento industrial ubicado a 233 m,</li> <li>- Casas habitación del sector Amate Redondo a 170 m de distancia,</li> <li>- Usuarios de la carretera Federal No. 95, que transiten por la ZAR y ZA al momento que ocurra la explosión.</li> </ul>	
	Sobrepresión	Daño esperado
	1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.
	2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.
	3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.
	4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.
	5.0	Postes de madera arrancados
	7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga
	9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.
10.0	Posible destrucción total de edificios.	
Chorro Horizontal	<p>Daños en la salud de los habitantes localizados dentro de cualquiera de los radios de afectación, ya que de acuerdo a la <b>OSHA (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional)</b>, el gas natural se considera como un asfixiante simple a cualquier concentración, por lo que no se establecen tiempos máximos permisibles de exposición a</p>	





dicha sustancia de acuerdo a la NOM-010-STPS-1999.

**Escenario 18.**

COMPAÑÍA DE AUTOABASTECEDORES DE GAS NATURAL DE MORELOS, S.A. DE C.V.				Escenario 18. CUERNAVACA, MORELOS			
% de Ruptura por un impacto.  Válvula de Seccionamiento No. 01 Cuernavaca, Morelos.	Jet Fire Eventos 18.1 y 18.2			Explosión no confinada Eventos 18.3 y 18.4		Chorro Horizontal Eventos 18.5 y 18.6	
	Radios de afectación (R.A) (m)	Radiación Térmica (RT) Zonas de Riesgo (ZR)	Radios de Afectación (m)	Sobrepresión y Zonas de Riesgo.	Radios de Afectación (m)	Isoconcentración (ppm)	
Evento al 100%	18.1	37,59	18.3	370	18.5	108,83	10 000
		73,5		544,89		15,5	50 000
		ZAR 5 Kw/m <sup>2</sup>	ZAR 1 psi	0		150 000	
Evento al 20%	18.2	15,8	18.4	40,20	18.6	62,89	10 000
		8,15		68,35		0	50 000
		ZAR	ZAR	0		150 000	

**Análisis de Interacciones.**



Efectos sobre la población y/o infraestructura existentes en la ZA y ZAR																			
Jet Fire	<p>⌘ <u>Infraestructura dentro de la ZAR (25 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 37 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 160 y que se encuentren dentro de la ZAR al momento en que ocurra el siniestro.</li> </ul>																		
	<p>⌘ <u>Personas que transiten por la carretera Federal No. 160, mismas que se encuentren dentro de la ZAR (25 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 37 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 13 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo,</li> <li>- A los 40 segundos, presentarán quemaduras de segundo grado, considerando también asfixia por la disminución de Oxígeno y la exposición a los humos generados por el incendio.</li> </ul>																		
	<p>⌘ <u>Infraestructura presente en la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1.4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 37 hasta 73 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Casas habitación de la colonia Satélite,</li> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 160 y que se encuentren dentro de la ZA al momento en que ocurra el siniestro.</li> </ul>																		
	<p>⌘ <u>Personas que transiten por la carretera Federal No. 160, mismas que se encuentren dentro de la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 37 hasta 73 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 115 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo en la piel expuesta,</li> <li>- Después de 663 segundos (11.05 min.), presentarán quemaduras de segundo grado.</li> </ul>																		
Explosión no Confinada	<p>⌘ <u>Infraestructura y habitantes presentes en la ZAR (330 psi a 1 psi en un radio de 0 m hasta 116,61 m) y ZA (1 psi a 0,5 psi en un radio a partir de 116,61 m hasta 198,23 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Casas habitación de la colonia Satélite,</li> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 160 y que se encuentren dentro de la ZA al momento en que ocurra la explosión,</li> <li>- Estacionamiento del centro comercial (Comercial Mexicana) a 170 m de distancia,</li> <li>- Instalaciones y estacionamiento del centro comercial Chedraui a 190 m de distancia.</li> </ul>																		
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Sobrepresión</th> <th>Daño esperado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.0</td> <td>Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.</td> </tr> <tr> <td>2.0</td> <td>Colapso parcial de muros y techos de casas.</td> </tr> <tr> <td>3.0</td> <td>Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.</td> </tr> <tr> <td>4.0</td> <td>Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.</td> </tr> <tr> <td>5.0</td> <td>Postes de madera arrancados</td> </tr> <tr> <td>7.0</td> <td>Volcadura de carros de ferrocarril con carga</td> </tr> <tr> <td>9.0</td> <td>Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.</td> </tr> <tr> <td>10.0</td> <td>Posible destrucción total de edificios.</td> </tr> </tbody> </table>	Sobrepresión	Daño esperado	1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.	2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.	3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.	4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.	5.0	Postes de madera arrancados	7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga	9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.	10.0	Posible destrucción total de edificios.
	Sobrepresión	Daño esperado																	
	1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.																	
	2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.																	
	3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.																	
	4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.																	
	5.0	Postes de madera arrancados																	
	7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga																	
9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.																		
10.0	Posible destrucción total de edificios.																		
Chorro Horizontal	<p>Daños en la salud de los habitantes localizados dentro de cualquiera de los radios de afectación, ya que de acuerdo a la <b>OSHA (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional)</b>, el gas natural se considera como un asfixiante simple a cualquier concentración, por lo que no se establecen tiempos máximos permisibles de exposición a dicha sustancia de acuerdo a la NOM-010-STPS-1999.</p>																		



Escenario 19.

COMPAÑÍA DE AUTOABASTECEDORES DE GAS NATURAL DE MORELOS, S.A. DE C.V.				Escenario 19. JIUTEPEC, MORELOS			
% de Ruptura por un impacto.  Válvula de Seccionamiento No. 03 Jiutepec, Morelos.	Jet Fire Eventos 19.1 y 19.2			Explosión no confinada Eventos 19.3 y 19.4		Chorro Horizontal Eventos 19.5 y 19.6	
	Radios de afectación (R.A) (m)	Radiación Térmica (RT) Zonas de Riesgo (ZR)	Radios de Afectación (m)	Sobrepresión y Zonas de Riesgo.	Radios de Afectación (m)	Isoconcentración (ppm)	
Evento al 100%	19.1	65,80	19.3	167,04	19.5	114,48	10 000
		123,54		283,94		15,39	50 000
		ZAR 5 Kw/m <sup>2</sup>		ZAR 1 psi		0	150 000
Evento al 20%	19.2	14,15	19.4	57,12	19.6	115,12	10 000
		26,50		97,10		0	50 000
		ZAR		ZAR		0	150 000
		ZA 1.4 Kw/m <sup>2</sup>		ZA 0,5 psi			
		ZA		ZA			



**Análisis de Interacciones.**

<b>Efectos sobre la población y/o infraestructura existentes en la ZA y ZAR</b>	
Jet Fire	<p>⌘ <u>Infraestructura dentro de la ZAR (71 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 65,8 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 160 y que se encuentren dentro de la ZAR al momento en que ocurra el siniestro,</li> <li>- Estación para el suministro de combustible (gasolinera) a 13 m de distancia,</li> <li>- Estación para el suministro de combustible (gasolinera) a 20 m de distancia,</li> </ul> <p>⌘ <u>Personas que transiten por la carretera Federal No. 160, mismas que se encuentren dentro de la ZAR (71 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 65,8 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 13 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo,</li> <li>- A los 40 segundos, presentarán quemaduras de segundo grado, considerando también asfixia por la disminución de Oxígeno y la exposición a los humos generados por el incendio.</li> </ul> <p>⌘ <u>Infraestructura presente en la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 65,8 hasta 123,54 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalaciones de un Motel a 52 m,</li> <li>- Establecimiento de refacciones automotrices a 64 m de distancia,</li> <li>- Usuarios de la carretera Federal No. 160 que se localicen dentro de la ZA.</li> </ul> <p>⌘ <u>Personas que transiten por la carretera Federal No. 160, mismas que se encuentren dentro de la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 65,8 hasta 123,54 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 115 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo en la piel expuesta,</li> <li>- Después de 663 segundos (11.05 min.), presentarán quemaduras de segundo grado.</li> </ul>

Explosión no Confinada	<p>⌘ <u>Infraestructura y habitantes presentes en la ZAR (624 psi a 1 psi en un radio de 0 m hasta 167,04 m) y ZA (1 psi a 0,5 psi en un radio a partir de 167,04 m hasta 283,94 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 160 y que se encuentren dentro de la ZAR al momento en que ocurra el siniestro,</li> <li>- Estación para el suministro de combustible (gasolinera) a 13 m de distancia,</li> <li>- Estación para el suministro de combustible (gasolinera) a 20 m de distancia,</li> <li>- Instalaciones de un Motel a 52 m,</li> <li>- Establecimiento de refacciones automotrices a 64 m de distancia,</li> <li>- Instalaciones del Centro de Emergencias CIVAC a 86 m,</li> <li>- Tienda automotriz a 108 m,</li> <li>- Empresa ferretera a 90 m de distancia,</li> <li>- Taller de servicios automotrices a 129 m de distancia,</li> <li>- Comercio "Porcelanite" a 150 m de distancia,</li> <li>- Establecimiento de muebles a 160 m,</li> <li>- Canchas de fut bol a 176 m,</li> <li>- Casas habitación de las colonias Bugambilias, El Edén y Puente Blanco.</li> </ul>												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Sobrepresión</th> <th>Daño esperado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.0</td> <td>Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.</td> </tr> <tr> <td>2.0</td> <td>Colapso parcial de muros y techos de casas.</td> </tr> <tr> <td>3.0</td> <td>Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.</td> </tr> <tr> <td>4.0</td> <td>Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.</td> </tr> <tr> <td>5.0</td> <td>Postes de madera arrancados</td> </tr> </tbody> </table>	Sobrepresión	Daño esperado	1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.	2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.	3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.	4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.	5.0	Postes de madera arrancados
Sobrepresión	Daño esperado												
1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.												
2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.												
3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.												
4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.												
5.0	Postes de madera arrancados												





	7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga
	9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.
	10.0	Posible destrucción total de edificios.
Chorro Horizontal	Daños en la salud de los habitantes localizados dentro de cualquiera de los radios de afectación, ya que de acuerdo a la <b>OSHA (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional)</b> , el gas natural se considera como un asfixiante simple a cualquier concentración, por lo que no se establecen tiempos máximos permisibles de exposición a dicha sustancia de acuerdo a la NOM-010-STPS-1999.	

### Escenario 20

COMPAÑÍA DE AUTOABASTECEDORES DE GAS NATURAL DE MORELOS, S.A. DE C.V.						Escenario 20. JIUTEPEC, MORELOS			
% de Ruptura por un impacto.	Jet Fire Eventos 20.1 y 20.2			Explosión no confinada Eventos 20.3 y 20.4			Chorro Horizontal Eventos 20.5 y 20.6		
	Radios de afectación (R.A) (m)		Radiación Térmica (RT) Zonas de Riesgo (ZR)	Radios de Afectación (m)		Sobrepresión y Zonas de Riesgo.	Radios de Afectación (m)		Isoconcentración (ppm)
Evento al 100%	20.1	65,80	ZAR 5 Kw/m <sup>2</sup>	20.3	167,04	ZAR 1 psi	20.5	114,48	10 000
		123,54	ZA 1.4 Kw/m <sup>2</sup>		283,94	ZA 0,5 psi		15,39	50 000
	0			0	150 000				
Evento al 20%	20.2	14,15	ZAR	20.4	57,12	ZAR	20.6	115,12	10 000
		26,50	ZA		97,10	ZA		0	50 000
	0			0	150 000				



**Análisis de Interacciones.**

<b>Efectos sobre la población y/o infraestructura existentes en la ZA y ZAR</b>	
Jet Fire	<p>⌘ <u>Infraestructura dentro de la ZAR (71 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 65,8 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 160 y que se encuentren dentro de la ZAR al momento en que ocurra el siniestro,</li> <li>- Estación para el suministro de combustible (gasolinera) a 46 m de distancia,</li> <li>- Centro de Atención a emergencias CIVAC a 53 m,</li> <li>- Estación para el suministro de combustible (gasolinera) a 65 m de distancia,</li> </ul>
	<p>⌘ <u>Personas que transiten por la carretera Federal No. 160, mismas que se encuentren dentro de la ZAR (71 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 65,8 m):</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 13 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo,</li> <li>- A los 40 segundos, presentarán quemaduras de segundo grado, considerando también asfixia por la disminución de Oxígeno y la exposición a los humos generados.</li> </ul>
	<p>⌘ <u>Infraestructura presente en la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 65,8 hasta 123,54 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 160 y que se encuentren dentro de la ZAR al momento en que ocurra el siniestro,</li> <li>- Centro de Atención a emergencias CIVAC a 53 m,</li> <li>- Estación para el suministro de combustible (gasolinera) a 46 m de distancia,</li> <li>- Estación para el suministro de combustible (gasolinera) a 65 m de distancia.</li> </ul> <p>⌘ <u>Personas que transiten por la carretera Federal No. 160, mismas que se encuentren dentro de la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 65,8 hasta 123,54 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 115 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo en la piel expuesta,</li> <li>- Después de 663 segundos (11.05 min.), presentarán quemaduras de segundo grado.</li> </ul>

Explosión no Confinada	<p>⌘ <u>Infraestructura y habitantes presentes en la ZAR (624 psi a 1 psi en un radio de 0 m hasta 167,04 m) y ZA (1 psi a 0,5 psi en un radio a partir de 167,04 m hasta 283,94 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 160 y que se encuentren dentro de la ZAR al momento en que ocurra el siniestro,</li> <li>- Estación para el suministro de combustible (gasolinera) a 46 m de distancia,</li> <li>- Estación para el suministro de combustible (gasolinera) a 65 m de distancia,</li> <li>- Instalaciones de un Motel a 103 m,</li> <li>- Establecimiento de refacciones automotrices a 116 m de distancia,</li> <li>- Instalaciones del Centro de Emergencias CIVAC a 86 m,</li> <li>- Tienda automotriz a 116 m,</li> <li>- Empresa ferretera a 154 m de distancia,</li> <li>- Taller de servicios automotrices a 180 m de distancia,</li> <li>- Comercio "Porcelanite" a 1980 m de distancia,</li> <li>- Establecimiento de muebles a 220 m,</li> <li>- Canchas de fut bol a 198 m,</li> </ul>	
	Sobrepresión	Daño esperado
	1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.
	2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.
	3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.
	4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.
	5.0	Postes de madera arrancados
	7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga



	9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.
	10.0	Posible destrucción total de edificios.
Chorro Horizontal	Daños en la salud de los habitantes localizados dentro de cualquiera de los radios de afectación, ya que de acuerdo a la <b>OSHA (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional)</b> , el gas natural se considera como un asfixiante simple a cualquier concentración, por lo que no se establecen tiempos máximos permisibles de exposición a dicha sustancia de acuerdo a la NOM-010-STPS-1999.	

### Escenario 21.

COMPAÑÍA DE AUTOABASTECEDORES DE GAS NATURAL DE MORELOS, S.A. DE C.V.				Escenario 21. JIUTEPEC, MORELOS						
% de Ruptura por un impacto.	Jet Fire Eventos 21.1 y 21.2			Explosión no confinada Eventos 21.3 y 21.4			Chorro Horizontal Eventos 21.5 y 21.6			
	Radios de afectación (R.A) (m)		Radiación Térmica (RT) Zonas de Riesgo (ZR)	Radios de Afectación (m)		Sobrepresión y Zonas de Riesgo.	Radios de Afectación (m)		Isoconcentración (ppm)	
Válvula de Seccionamiento No. 07 Jiutepec, Morelos.	Evento al 100%	21.1	25,58	ZAR 5 Kw/m <sup>2</sup>	21.3	89,72	ZAR 1 psi	21.5	71,26	10 000
			49,90	ZA 1.4 Kw/m <sup>2</sup>		152,52	ZA 0,5 psi		9,61	50 000
									0	150 000
Evento al 20%	21.2		5,54	ZAR	21.4	30,68	ZAR	21.6	52,41	10 000
			10,72	ZA		52,16	ZA		0	50 000
									0	150 000



**Análisis de Interacciones.**

<b>Efectos sobre la población y/o infraestructura existentes en la ZA y ZAR</b>	
Jet Fire	<p>⌘ <u>Infraestructura dentro de la ZAR (19 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 26 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bar localizado a 23 m de distancia,</li> <li>- Establecimiento para la venta de lubricantes a 44 m.</li> </ul> <p>⌘ <u>Personas que transiten por la Av. Eje Norte Sur, mismas que se encuentren dentro de la ZAR (18 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 26 m):</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 13 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo,</li> <li>- A los 40 segundos, presentarán quemaduras de segundo grado, considerando también asfixia por la disminución de Oxígeno y la exposición a los humos generados.</li> </ul> <p>⌘ <u>Infraestructura presente en la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 26 hasta 49 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Establecimiento de venta de consumibles a 31 m,</li> <li>- Bar localizado a 23 m de distancia,</li> <li>- Establecimiento para la venta de lubricantes a 44 m</li> <li>- Vehículos que transiten por la Av. Eje Norte Sur y que se encuentren dentro de la ZAR.</li> </ul> <p>⌘ <u>Personas que transiten por la Av. Eje Norte Sur, mismas que se encuentren dentro de la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 26 hasta 49 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 115 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo en la piel expuesta,</li> <li>- Después de 663 segundos (11.05 min.), presentarán quemaduras de segundo grado.</li> </ul>

Explosión no Confinada	<p>⌘ <u>Infraestructura y habitantes presentes en la ZAR (194 psi a 1 psi en un radio de 0 m hasta 90 m) y ZA (1 psi a 0,5 psi en un radio a partir de 90 m hasta 152 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Establecimiento de venta de consumibles a 31 m,</li> <li>- Bar localizado a 23 m de distancia,</li> <li>- Establecimiento para la venta de lubricantes a 44 m</li> <li>- Vehículos que transiten por la Av. Eje Norte Sur y que se encuentren dentro de la ZAR,</li> <li>- Taller automotriz a 155 m de distancia,</li> <li>- Maderería a 143 m,</li> <li>- Restaurant a 121 m,</li> <li>- Tienda comercial (Ferretería) a 77m,</li> <li>- Farmacia a 69 m de distancia,</li> <li>- Instalaciones de Taller Eléctrico automotriz a 80m,</li> <li>- Consultorio médico a 141 m,</li> <li>- Instalaciones de la empresa Glaxosmithkline a 144 m,</li> <li>- Instalaciones de la empresa Polygal Mexicana ubicadas a 152 m de distancia,</li> <li>- Instalaciones de Sintenovo a 107 m,</li> <li>- Instalaciones de la empresa Refrigeración Morelos a 100 m.</li> </ul>	
	Sobrepresión	Daño esperado
	1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.
	2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.
	3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.
	4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.
	5.0	Postes de madera arrancados





	7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga
	9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.
	10.0	Posible destrucción total de edificios.
Chorro Horizontal	Daños en la salud de los habitantes localizados dentro de cualquiera de los radios de afectación, ya que de acuerdo a la <b>OSHA (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional)</b> , el gas natural se considera como un asfixiante simple a cualquier concentración, por lo que no se establecen tiempos máximos permisibles de exposición a dicha sustancia de acuerdo a la NOM-010-STPS-1999.	

**Escenario 22.**

COMPAÑÍA DE AUTOABASTECEDORES DE GAS NATURAL DE MORELOS, S.A. DE C.V.				Escenario 22. JIUTEPEC, MORELOS					
% de Ruptura por un impacto.		Jet Fire Eventos 22.1 y 22.2		Explosión no confinada Eventos 22.3 y 22.4			Chorro Horizontal Eventos 22.5 y 22.6		
Válvula de Seccionamiento No. 11 Jiutepec, Morelos.		Radios de afectación (R.A) (m)	Radiación Térmica (RT) Zonas de Riesgo (ZR)	Radios de Afectación (m)	Sobrepresión y Zonas de Riesgo.	Radios de Afectación (m)	Isoconcentración (ppm)		
Evento al 100%	22.1	25,58	ZAR 5 Kw/m <sup>2</sup>	22.3	89,72	ZAR 1 psi	22.5	71,26	10 000
		49,90	ZA 1.4 Kw/m <sup>2</sup>		152,52	ZA 0,5 psi		9,61	50 000
	0				0	150 000			
Evento al 20%	22.2	5,54	ZAR	22.4	30,68	ZAR	22.6	52,41	10 000
		10,72	ZA		52,16	ZA		0	50 000
	0				0	150 000			



**Análisis de Interacciones.**

<b>Efectos sobre la población y/o infraestructura existentes en la ZA y ZAR</b>	
Jet Fire	<p>⌘ <u>Infraestructura dentro de la ZAR (19 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 26 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalaciones de la empresa Cards &amp; Systems Solutions localizadas a 20 m de distancia,</li> <li>- Vehículos que transiten por el área al momento de que ocurra el siniestro.</li> </ul>
	<p>⌘ <u>Personas que transiten por la Av. 9 Este y 40 Sur, mismas que se encuentren dentro de la ZAR (18 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 26 m):</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 13 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo,</li> <li>- A los 40 segundos, presentarán quemaduras de segundo grado, considerando también asfixia por la disminución de Oxígeno y la exposición a los humos generados.</li> </ul>
	<p>⌘ <u>Infraestructura presente en la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 26 hasta 49 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalaciones de la empresa Cards &amp; Systems Solutions localizadas a 20 m de distancia,</li> <li>- Vehículos que transiten por el área al momento de que ocurra el siniestro.</li> </ul>
	<p>⌘ <u>Personas que transiten por la Av. 9 Este y 40 Sur, mismas que se encuentren dentro de la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 26 hasta 49 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 115 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo en la piel expuesta,</li> <li>- Después de 663 segundos (11.05 min.), presentarán quemaduras de segundo grado.</li> </ul>

Explosión no Confinada	<p>⌘ <u>Infraestructura y habitantes presentes en la ZAR (194 psi a 1 psi en un radio de 0 m hasta 90 m) y ZA (1 psi a 0,5 psi en un radio a partir de 90 m hasta 152 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalaciones de la empresa Cards &amp; Systems Solutions localizadas a 20 m de distancia,</li> <li>- Vehículos que transiten por el área al momento de que ocurra el siniestro,</li> <li>- Instalaciones de la empresa Aluplast a 77 m de distancia,</li> <li>- Instalaciones de la empresa Olnatura a 83 m de distancia,</li> <li>- Instalaciones de Industrias Lavín a 122 m de distancia.</li> </ul>	
	<b>Sobrepresión</b>	<b>Daño esperado</b>
	1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.
	2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.
	3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.
	4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.
	5.0	Postes de madera arrancados
	7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga
	9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.
10.0	Posible destrucción total de edificios.	
Chorro Horizontal	<p>Daños en la salud de los habitantes localizados dentro de cualquiera de los radios de afectación, ya que de acuerdo a la <b>OSHA (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional)</b>, el gas natural se considera como un asfixiante simple a cualquier concentración, por lo que no se establecen tiempos máximos permisibles de exposición a dicha sustancia de acuerdo a la NOM-010-STPS-1999.</p>	



**Escenario 23.**

COMPAÑÍA DE AUTOABASTECEDORES DE GAS NATURAL DE MORELOS, S.A. DE C.V.				Escenario 23. JIUTEPEC, MORELOS					
% de Ruptura por un impacto.	Jet Fire Eventos 23.1 y 23.2			Explosión no confinada Eventos 23.3 y 23.4			Chorro Horizontal Eventos 23.5 y 23.6		
	Válvula de Seccionamiento No. 14 Jiutepec, Morelos.	Radios de afectación (R.A) (m)	Radiación Térmica (RT) Zonas de Riesgo (ZR)	Radios de Afectación (m)	Sobrepresión y Zonas de Riesgo.	Radios de Afectación (m)	Isoconcentración (ppm)		
Evento al 100%		23.1	86,59	ZAR 5 Kw/m <sup>2</sup>	23.3	202,35	ZAR 1 psi	23.5	692,24
	162,67		ZA 1.4 Kw/m <sup>2</sup>	343,97		ZA 0,5 psi	0		50 000
	0	150 000							
Evento al 20%	23.2	18,63	ZAR	23.4	69,2	ZAR	23.6	172,72	10 000
		34,9	ZA		117,63	ZA		2,64	50 000
	0	150 000							



**Análisis de Interacciones.**

Efectos sobre la población y/o infraestructura existentes en la ZA y ZAR																			
Jet Fire	<p>⌘ <u>Infraestructura dentro de la ZAR (79 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 86 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 160 al momento de que ocurra el siniestro.</li> <li>- Taller eléctrico a 6 m,</li> <li>- Gimnasio a 7 m.</li> </ul>																		
	<p>⌘ <u>Personas que transiten por la carretera Federal No 160, mismas que se encuentren dentro de la ZAR (18 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 86 m):</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 13 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo,</li> <li>- A los 40 segundos, presentarán quemaduras de segundo grado, considerando también asfixia por la disminución de Oxígeno y la exposición a los humos generados.</li> </ul>																		
	<p>⌘ <u>Infraestructura presente en la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 86 hasta 162 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 160 al momento de que ocurra el siniestro.</li> <li>- Taller eléctrico a 6 m,</li> <li>- Gimnasio a 7 m,</li> <li>- Casas habitación de la colonia López Portillo ubicadas a 100 m.</li> </ul>																		
	<p>⌘ <u>Personas que transiten por la carretera Federal No. 160, mismas que se encuentren dentro de la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 86 hasta 162 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 115 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo en la piel expuesta,</li> <li>- Después de 663 segundos (11.05 min.), presentarán quemaduras de segundo grado.</li> </ul>																		
Explosión no Confinad	<p>⌘ <u>Infraestructura y habitantes presentes en la ZAR (842,8 psi a 1 psi en un radio de 0 m hasta 202 m) y ZA (1 psi a 0,5 psi en un radio a partir de 202 m hasta 343 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 160 al momento de que ocurra el siniestro.</li> <li>- Taller eléctrico a 6 m,</li> <li>- Gimnasio a 7 m,</li> <li>- Casas habitación de la colonia López Portillo ubicadas a 100 m.</li> </ul>																		
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Sobrepresión</th> <th>Daño esperado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.0</td> <td>Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.</td> </tr> <tr> <td>2.0</td> <td>Colapso parcial de muros y techos de casas.</td> </tr> <tr> <td>3.0</td> <td>Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.</td> </tr> <tr> <td>4.0</td> <td>Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.</td> </tr> <tr> <td>5.0</td> <td>Postes de madera arrancados</td> </tr> <tr> <td>7.0</td> <td>Volcadura de carros de ferrocarril con carga</td> </tr> <tr> <td>9.0</td> <td>Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.</td> </tr> <tr> <td>10.0</td> <td>Posible destrucción total de edificios.</td> </tr> </tbody> </table>	Sobrepresión	Daño esperado	1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.	2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.	3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.	4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.	5.0	Postes de madera arrancados	7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga	9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.	10.0	Posible destrucción total de edificios.
	Sobrepresión	Daño esperado																	
	1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.																	
	2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.																	
	3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.																	
	4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.																	
	5.0	Postes de madera arrancados																	
	7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga																	
9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.																		
10.0	Posible destrucción total de edificios.																		
Chorro Horizontal	<p>Daños en la salud de los habitantes localizados dentro de cualquiera de los radios de afectación, ya que de acuerdo a la <b>OSHA (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional)</b>, el gas natural se considera como un asfixiante simple a cualquier concentración, por lo que no se establecen tiempos máximos permisibles de exposición a dicha sustancia de acuerdo a la NOM-010-STPS-1999.</p>																		





**Escenario 24.**

COMPAÑÍA DE AUTOABASTECEDORES DE GAS NATURAL DE MORELOS, S.A. DE C.V.				Escenario 24. YAUTEPEC, MORELOS					
% de Ruptura por un impacto.	Jet Fire Eventos 24.1 y 24.2			Explosión no confinada Eventos 24.3 y 24.4		Chorro Horizontal Eventos 24.5 y 24.6			
	Válvula de Seccionamiento No. 15 Yautepec, Morelos.	Radios de afectación (R.A) (m)	Radiación Térmica (RT) Zonas de Riesgo (ZR)	Radios de Afectación (m)	Sobrepresión y Zonas de Riesgo.	Radios de Afectación (m)	Isoconcentración (ppm)		
Evento al 100%		24.1	86,59					ZAR 5 Kw/m <sup>2</sup>	24.3
	162,67		ZA 1.4 Kw/m <sup>2</sup>	343,97	ZA 0,5 psi	0	50 000		
	0	150 000							
Evento al 20%	24.2	18,63	ZAR	24.4	69,2	ZAR	24.6	172,72	10 000
		34,9	ZA		117,63	ZA		2,64	50 000
	0	150 000							



**Análisis de Interacciones.**

<b>Efectos sobre la población y/o infraestructura existentes en la ZA y ZAR</b>	
Jet Fire	<p>⌘ <u>Infraestructura dentro de la ZAR (79 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 86 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 160 al momento de que ocurra el siniestro.</li> </ul>
	<p>⌘ <u>Personas que transiten por la carretera Federal No 160, mismas que se encuentren dentro de la ZAR (18 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 86 m):</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 13 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo,</li> <li>- A los 40 segundos, presentarán quemaduras de segundo grado, considerando también asfixia por la disminución de Oxígeno y la exposición a los humos generados.</li> </ul>
	<p>⌘ <u>Infraestructura presente en la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 86 hasta 162 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 160 al momento de que ocurra el siniestro.</li> <li>- Instalaciones de empresa distribuidora de tabiques localizada a 120 m de distancia.</li> </ul>
	<p>⌘ <u>Personas que transiten por la carretera Federal No. 160, mismas que se encuentren dentro de la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 86 hasta 162 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 115 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo en la piel expuesta,</li> <li>- Después de 663 segundos (11.05 min.), presentarán quemaduras de segundo grado.</li> </ul>

Explosión no Confinada	<p>⌘ <u>Infraestructura y habitantes presentes en la ZAR (842,8 psi a 1 psi en un radio de 0 m hasta 202 m) y ZA (1 psi a 0,5 psi en un radio a partir de 202 m hasta 343 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 160 al momento de que ocurra la explosión.</li> <li>- Instalaciones de empresa distribuidora de tabiques localizada a 120 m de distancia,</li> <li>- Casas habitación localizadas dentro de un radio de 300 m.</li> </ul>	
	Sobrepresión	Daño esperado
	1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.
	2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.
	3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.
	4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.
	5.0	Postes de madera arrancados
	7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga
	9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.
10.0	Posible destrucción total de edificios.	
Chorro Horizontal	<p>Daños en la salud de los habitantes localizados dentro de cualquiera de los radios de afectación, ya que de acuerdo a la <b>OSHA (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional)</b>, el gas natural se considera como un asfixiante simple a cualquier concentración, por lo que no se establecen tiempos máximos permisibles de exposición a dicha sustancia de acuerdo a la NOM-010-STPS-1999.</p>	



Escenario 25.

COMPAÑÍA DE AUTOABASTECEDORES DE GAS NATURAL DE MORELOS, S.A. DE C.V.				Escenario 25. YAUTEPEC, MORELOS					
% de Ruptura por un impacto.	Jet Fire Eventos 25.1 y 26.2			Explosión no confinada Eventos 25.3 y 25.4		Chorro Horizontal Eventos 25.5 y 25.6			
	Válvula de Seccionamiento No. 17 Yautepec, Morelos.	Radios de afectación (R.A) (m)	Radiación Térmica (RT) Zonas de Riesgo (ZR)	Radios de Afectación (m)	Sobrepresión y Zonas de Riesgo.	Radios de Afectación (m)	Isoconcentración (ppm)		
Evento al 100%	25.1	86,59	ZAR 5 Kw/m <sup>2</sup>	25.3	202,35	ZAR 1 psi	25.5	692,24	10 000
		162,67	ZA 1.4 Kw/m <sup>2</sup>		343,97	ZA 0,5 psi		0	50 000
	0	150 000							
Evento al 20%	25.2	18,63	ZAR	25.4	69,2	ZAR	25.6	172,72	10 000
		34,9	ZA		117,63	ZA		2,64	50 000
	0	150 000							



**Análisis de Interacciones.**

<b>Efectos sobre la población y/o infraestructura existentes en la ZA y ZAR</b>	
Jet Fire	<p>⌘ <u>Infraestructura dentro de la ZAR (79 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 86 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 115 al momento de que ocurra el siniestro,</li> <li>- Casas habitación de la colonia Fco. Villa.</li> </ul>
	<p>⌘ <u>Personas que transiten por la carretera Federal No 115, mismas que se encuentren dentro de la ZAR (18 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 86 m):</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 13 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo,</li> <li>- A los 40 segundos, presentarán quemaduras de segundo grado, considerando también asfixia por la disminución de Oxígeno y la exposición a los humos generados.</li> </ul>
	<p>⌘ <u>Infraestructura presente en la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 86 hasta 162 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 115 al momento de que ocurra el siniestro,</li> <li>- Casas habitación de la colonia Fco. Villa.</li> </ul>
	<p>⌘ <u>Personas que transiten por la carretera Federal No. 115, mismas que se encuentren dentro de la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 86 hasta 162 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 115 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo en la piel expuesta,</li> <li>- Después de 663 segundos (11.05 min.), presentarán quemaduras de segundo grado.</li> </ul>

Explosión no Confinada	<p>⌘ <u>Infraestructura y habitantes presentes en la ZAR (842,8 psi a 1 psi en un radio de 0 m hasta 202 m) y ZA (1 psi a 0,5 psi en un radio a partir de 202 m hasta 343 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 115 al momento de que ocurra el siniestro,</li> <li>- Casas habitación de la colonia Fco. Villa y la colonia Tehuixtlera,</li> <li>- Instalaciones de escuela secundaria, ubicada a 220 m de distancia.</li> </ul>	
	<b>Sobrepresión</b>	<b>Daño esperado</b>
	1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.
	2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.
	3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.
	4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.
	5.0	Postes de madera arrancados
	7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga
	9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.
10.0	Posible destrucción total de edificios.	
Chorro Horizontal	<p>Daños en la salud de los habitantes localizados dentro de cualquiera de los radios de afectación, ya que de acuerdo a la <b>OSHA (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional)</b>, el gas natural se considera como un asfixiante simple a cualquier concentración, por lo que no se establecen tiempos máximos permisibles de exposición a dicha sustancia de acuerdo a la NOM-010-STPS-1999.</p>	





**Escenario 26.**

COMPAÑÍA DE AUTOABASTECEDORES DE GAS NATURAL DE MORELOS, S.A. DE C.V.				Escenario 26. CUAUTLA, MORELOS					
% de Ruptura por un impacto.	Jet Fire Eventos 26.1 y 26.2			Explosión no confinada Eventos 26.3 y 26.4			Chorro Horizontal Eventos 26.5 y 26.6		
	Válvula de Seccionamiento No. 18	Radios de afectación (R.A) (m)	Radiación Térmica (RT) Zonas de Riesgo (ZR)	Radios de Afectación (m)	Sobrepresión y Zonas de Riesgo.	Radios de Afectación (m)	Isoconcentración (ppm)		
Cuautla, Morelos.									
Evento al 100%	26.1	107,14	ZAR 5 Kw/m <sup>2</sup>	26.3	234,8	ZAR 1 psi	26.5	587,43	10 000
		201,36	ZA 1.4 Kw/m <sup>2</sup>		399,14	ZA 0,5 psi		27,52	50 000
								06,21	150 000
Evento al 20%	26.2	23,05	ZAR	26.4	80,3	ZAR	26.6	223,4	10 000
		43,2	ZA		136,5	ZA		4,62	50 000
								0	150 000



**Análisis de Interacciones.**

Efectos sobre la población y/o infraestructura existentes en la ZA y ZAR	
Jet Fire	<p>⌘ <u>Infraestructura dentro de la ZAR (23 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 107 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 115 al momento de que ocurra el siniestro,</li> <li>- Campos agrícolas.</li> </ul>
	<p>⌘ <u>Personas que transiten por la carretera Federal No 115, mismas que se encuentren dentro de la ZAR (23 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 107 m):</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 13 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo,</li> <li>- A los 40 segundos, presentarán quemaduras de segundo grado, considerando también asfixia por la disminución de Oxígeno y la exposición a los humos generados.</li> </ul>
	<p>⌘ <u>Infraestructura presente en la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 107 hasta 201 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 115 al momento de que ocurra el siniestro,</li> <li>- Campos agrícolas.</li> </ul>
	<p>⌘ <u>Personas que transiten por la carretera Federal No. 115, mismas que se encuentren dentro de la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 107 hasta 201 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 115 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo en la piel expuesta,</li> <li>- Después de 663 segundos (11.05 min.), presentarán quemaduras de segundo grado.</li> </ul>

Explosión no Confinada	<p>⌘ <u>Infraestructura y habitantes presentes en la ZAR (1 048 psi a 1 psi en un radio de 0 m hasta 234 m) y ZA (1 psi a 0,5 psi en un radio a partir de 234 m hasta 399 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 115 al momento de que ocurra el siniestro,</li> <li>- Campos agrícolas.</li> <li>- Restaurant Bar a 309 m de distancia,</li> <li>- Establecimiento de venta de láminas a 354 m de distancia.</li> </ul>	
	Sobrepresión	Daño esperado
	1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.
	2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.
	3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.
	4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.
	5.0	Postes de madera arrancados
	7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga
	9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.
10.0	Posible destrucción total de edificios.	
Chorro Horizontal	<p>Daños en la salud de los habitantes localizados dentro de cualquiera de los radios de afectación, ya que de acuerdo a la <b>OSHA (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional)</b>, el gas natural se considera como un asfixiante simple a cualquier concentración, por lo que no se establecen tiempos máximos permisibles de exposición a dicha sustancia de acuerdo a la NOM-010-STPS-1999.</p>	



**Escenario 27.**

COMPAÑÍA DE AUTOABASTECEDORES DE GAS NATURAL DE MORELOS, S.A. DE C.V.				Escenario 27. CUAUTLA, MORELOS						
% de Ruptura por un impacto.	Jet Fire Eventos 28.1 y 28.2			Explosión no confinada Eventos 28.3 y 28.4			Chorro Horizontal Eventos 28.5 y 28.6			
	Radios de afectación (R.A) (m)		Radiación Térmica (RT) Zonas de Riesgo (ZR)	Radios de Afectación (m)		Sobrepresión y Zonas de Riesgo.	Radios de Afectación (m)		Isoconcentración (ppm)	
Válvula de Seccionamiento No. 19 Cautla, Morelos.	Evento al 100%	27.1	44,68	ZAR 5 Kw/m <sup>2</sup>	27.3	127,47	ZAR 1 psi	27.5	73,25	10 000
			83,83	ZA 1.4 Kw/m <sup>2</sup>		216,69	ZA 0,5 psi		0	150 000
Evento al 20%	27.2		9,61	ZAR	27.4	43,59	ZAR	78.6	86,08	10 000
			17,98	ZA		74,10	ZA		0	50 000
									0	150 000



### Análisis de Interacciones.

Efectos sobre la población y/o infraestructura existentes en la ZA y ZAR	
Jet Fire	<p>⌘ <u>Infraestructura dentro de la ZAR (54 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 44 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 115 al momento de que ocurra el siniestro,</li> <li>- Campos agrícolas.</li> </ul>
	<p>⌘ <u>Personas que transiten por la carretera Federal No 115, mismas que se encuentren dentro de la ZAR (54 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 44 m):</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 13 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo,</li> <li>- A los 40 segundos, presentarán quemaduras de segundo grado, considerando también asfixia por la disminución de Oxígeno y la exposición a los humos generados.</li> </ul>
	<p>⌘ <u>Infraestructura presente en la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 44 hasta 83 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 115 al momento de que ocurra el siniestro,</li> <li>- Campos agrícolas.</li> </ul>
	<p>⌘ <u>Personas que transiten por la carretera Federal No. 115, mismas que se encuentren dentro de la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 44 hasta 83 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 115 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo en la piel expuesta,</li> <li>- Después de 663 segundos (11.05 min.), presentarán quemaduras de segundo grado.</li> </ul>

Explosión no Confinada	<p>⌘ <u>Infraestructura y habitantes presentes en la ZAR (390 psi a 1 psi en un radio de 0 m hasta 127 m) y ZA (1 psi a 0,5 psi en un radio a partir de 127 m hasta 216 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 115 al momento de que ocurra el siniestro,</li> <li>- Campos agrícolas.</li> </ul>	
	Sobrepresión	Daño esperado
	1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.
	2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.
	3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.
	4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.
	5.0	Postes de madera arrancados
	7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga
	9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.
10.0	Posible destrucción total de edificios.	
Chorro Horizontal	<p>Daños en la salud de los habitantes localizados dentro de cualquiera de los radios de afectación, ya que de acuerdo a la <b>OSHA (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional)</b>, el gas natural se considera como un asfixiante simple a cualquier concentración, por lo que no se establecen tiempos máximos permisibles de exposición a dicha sustancia de acuerdo a la NOM-010-STPS-1999.</p>	





**Escenario 28.**

COMPAÑÍA DE AUTOABASTECEDORES DE GAS NATURAL DE MORELOS, S.A. DE C.V.				Escenario 28. AYALA, MORELOS					
% de Ruptura por un impacto.	Jet Fire Eventos 28.1 y 28.2			Explosión no confinada Eventos 28.3 y 28.4			Chorro Horizontal Eventos 28.5 y 28.6		
	Válvula de Seccionamiento No. 20 Ayala, Morelos.	Radios de afectación (R.A) (m)	Radiación Térmica (RT) Zonas de Riesgo (ZR)	Radios de Afectación (m)	Sobrepresión y Zonas de Riesgo.	Radios de Afectación (m)	Isoconcentración (ppm)		
Evento al 100%		28.1	107,14	ZAR 5 Kw/m <sup>2</sup>	28.3	234,8	ZAR 1 psi	28.5	587,43
	201,36		ZA 1.4 Kw/m <sup>2</sup>	399,14		ZA 0,5 psi	27,52		50 000
	06,21	150 000							
Evento al 20%	28.2	23,05	ZAR	28.4	80,3	ZAR	28.6	223,4	10 000
		43,2	ZA		136,5	ZA		4,62	50 000
	0	150 000							



### Análisis de Interacciones.

Efectos sobre la población y/o infraestructura existentes en la ZA y ZAR	
Jet Fire	<p>⌘ <u>Infraestructura dentro de la ZAR (23 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 107 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 160 al momento de que ocurra el siniestro,</li> <li>- Campos agrícolas.</li> </ul>
	<p>⌘ <u>Personas que transiten por la carretera Federal No 160, mismas que se encuentren dentro de la ZAR (23 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 107 m):</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 13 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo,</li> <li>- A los 40 segundos, presentarán quemaduras de segundo grado, considerando también asfixia por la disminución de Oxígeno y la exposición a los humos generados.</li> </ul>
	<p>⌘ <u>Infraestructura presente en la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 107 hasta 201 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 160 al momento de que ocurra el siniestro,</li> <li>- Campos agrícolas.</li> </ul>
	<p>⌘ <u>Personas que transiten por la carretera Federal No. 160, mismas que se encuentren dentro de la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 107 hasta 201 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 115 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo en la piel expuesta,</li> <li>- Después de 663 segundos (11.05 min.), presentarán quemaduras de segundo grado.</li> </ul>

Explosión no Confinada	<p>⌘ <u>Infraestructura y habitantes presentes en la ZAR (1 048 psi a 1 psi en un radio de 0 m hasta 234 m) y ZA (1 psi a 0,5 psi en un radio a partir de 234 m hasta 399 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 160 al momento de que ocurra la explosión,</li> <li>- Campos agrícolas.</li> </ul>	
	Sobrepresión	Daño esperado
	1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.
	2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.
	3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.
	4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.
	5.0	Postes de madera arrancados
	7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga
	9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.
10.0	Posible destrucción total de edificios.	
Chorro Horizontal	<p>Daños en la salud de los habitantes localizados dentro de cualquiera de los radios de afectación, ya que de acuerdo a la <b>OSHA (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional)</b>, el gas natural se considera como un asfixiante simple a cualquier concentración, por lo que no se establecen tiempos máximos permisibles de exposición a dicha sustancia de acuerdo a la NOM-010-STPS-1999.</p>	



**Escenario 29.**

COMPAÑÍA DE AUTOABASTECEDORES DE GAS NATURAL DE MORELOS, S.A. DE C.V.				Escenario 29. AYALA, MORELOS					
% de Ruptura por un impacto.	Jet Fire Eventos 29.1 y 29.2			Explosión no confinada Eventos 29.3 y 29.4		Chorro Horizontal Eventos 29.5 y 29.6			
	Válvula de Seccionamiento No. 21 Ayala, Morelos.	Radios de afectación (R.A) (m)	Radiación Térmica (RT) Zonas de Riesgo (ZR)	Radios de Afectación (m)	Sobrepresión y Zonas de Riesgo.	Radios de Afectación (m)	Isoconcentración (ppm)		
Evento al 100%		29.1	65,80	ZAR 5 Kw/m <sup>2</sup>	29.3	167,04	ZAR 1 psi	29.5	114,48
	123,54		ZA 1.4 Kw/m <sup>2</sup>	283,94		ZA 0,5 psi	15,39		50 000
	0				0	150 000			
Evento al 20%	29.2	14,15	ZAR	29.4	57,12	ZAR	29.6	115,12	10 000
		26,50	ZA		97,10	ZA		0	50 000
	0				0	150 000			



**Análisis de interacciones.**

<b>Efectos sobre la población y/o infraestructura existentes en la ZA y ZAR</b>	
Jet Fire	<p>⌘ <u>Infraestructura dentro de la ZAR (71 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 65,8 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 160 y que se encuentren dentro de la ZAR al momento en que ocurra el siniestro.</li> </ul>
	<p>⌘ <u>Personas que transiten por la carretera Federal No. 160, mismas que se encuentren dentro de la ZAR (71 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 65,8 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 13 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo,</li> <li>- A los 40 segundos, presentarán quemaduras de segundo grado, considerando también asfixia por la disminución de Oxígeno y la exposición a los humos generados por el incendio.</li> </ul>
	<p>⌘ <u>Infraestructura presente en la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 65,8 hasta 123,54 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 160 y que se encuentren dentro de la ZAR al momento en que ocurra el siniestro.</li> </ul>
	<p>⌘ <u>Personas que transiten por la carretera Federal No. 160, mismas que se encuentren dentro de la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 65,8 hasta 123,54 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 115 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo en la piel expuesta,</li> <li>- Después de 663 segundos (11.05 min.), presentarán quemaduras de segundo grado.</li> </ul>

Explosión no Confinada	<p>⌘ <u>Infraestructura y habitantes presentes en la ZAR (624 psi a 1 psi en un radio de 0 m hasta 167,04 m) y ZA (1 psi a 0,5 psi en un radio a partir de 167,04 m hasta 283,94 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 160 y que se encuentren dentro de la ZAR al momento en que ocurra la explosión.</li> </ul>	
	Sobrepresión	Daño esperado
	1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.
	2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.
	3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.
	4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.
	5.0	Postes de madera arrancados
	7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga
9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.	
10.0	Posible destrucción total de edificios.	
Chorro Horizontal	<p>Daños en la salud de los habitantes localizados dentro de cualquiera de los radios de afectación, ya que de acuerdo a la <b>OSHA (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional)</b>, el gas natural se considera como un asfixiante simple a cualquier concentración, por lo que no se establecen tiempos máximos permisibles de exposición a dicha sustancia de acuerdo a la NOM-010-STPS-1999.</p>	





**Escenario 30**

COMPAÑÍA DE AUTOABASTECEDORES DE GAS NATURAL DE MORELOS, S.A. DE C.V.				Escenario 30. AYALA, MORELOS						
% de Ruptura por un impacto.	Jet Fire Eventos 30.1 y 31.2			Explosión no confinada Eventos 30.3 y 30.4			Chorro Horizontal Eventos 30.5 y 30.6			
	Radios de afectación (R.A) (m)		Radiación Térmica (RT) Zonas de Riesgo (ZR)	Radios de Afectación (m)		Sobrepresión y Zonas de Riesgo.	Radios de Afectación (m)		Isoconcentración (ppm)	
Válvula de Seccionamiento No. 22 Ayala, Morelos.	Evento al 100%	30.1	65,80	ZAR 5 Kw/m <sup>2</sup>	30.3	167,04	ZAR 1 psi	30.5	114,48	10 000
			123,54	ZA 1.4 Kw/m <sup>2</sup>		283,94	ZA 0,5 psi		15,39	50 000
									0	150 000
Evento al 20%	30.2		14,15	ZAR	30.4	57,12	ZAR	30.6	115,12	10 000
			26,50	ZA		97,10	ZA		0	50 000



								0	1500
--	--	--	--	--	--	--	--	---	------

**Análisis de Interacciones.**

<b>Efectos sobre la población y/o infraestructura existentes en la ZA y ZAR</b>	
Jet Fire	<p>⌘ <u>Infraestructura dentro de la ZAR (71 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 65,8 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por las vialidades del parque Industrial de Cuautla.</li> </ul> <p>⌘ <u>Personas que transiten por las vialidades del parque industrial Cuautla, mismas que se encuentren dentro de la ZAR (71 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 65,8 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 13 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo,</li> <li>- A los 40 segundos, presentarán quemaduras de segundo grado, considerando también asfixia por la disminución de Oxígeno y la exposición a los humos generados por el incendio.</li> </ul> <p>⌘ <u>Infraestructura presente en la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 65,8 hasta 123,54 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por las vialidades del parque Industrial de Cuautla que se encuentren dentro de la ZA al momento en que ocurra el siniestro.</li> </ul> <p>⌘ <u>Personas que transiten por las vialidades del parque industrial Cuautla, mismas que se encuentren dentro de la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 65,8 hasta 123,54 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 115 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo en la piel expuesta,</li> <li>- Después de 663 segundos (11.05 min.), presentarán quemaduras de segundo grado.</li> </ul>

Explosión no Confinada	<p>⌘ <u>Infraestructura y habitantes presentes en la ZAR (624 psi a 1 psi en un radio de 0 m hasta 167,04 m) y ZA (1 psi a 0,5 psi en un radio a partir de 167,04 m hasta 283,94 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 160 y que se encuentren dentro de la ZAR y ZA al momento en que ocurra la explosión,</li> <li>- Instalaciones de una empresa localizada en dirección Sureste a 282 m de distancia de la válvula de seccionamiento No. 22.</li> </ul>	
	Sobrepresión	Daño esperado
	1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.
	2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.
	3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.
	4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.
	5.0	Postes de madera arrancados
	7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga
Chorro Horizontal	<p>Daños en la salud de los habitantes localizados dentro de cualquiera de los radios de afectación, ya que de acuerdo a la <b>OSHA (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional)</b>, el gas natural se considera como un asfixiante simple a cualquier concentración, por lo que no se establecen tiempos máximos permisibles de exposición a dicha sustancia de acuerdo a la NOM-010-STPS-1999.</p>	



**Escenario 31.**

COMPAÑÍA DE AUTOABASTECEDORES DE GAS NATURAL DE MORELOS, S.A. DE C.V.				Escenario 31. AYALA, MORELOS					
% de Ruptura por un impacto.	Jet Fire Eventos 31.1 y 31.2			Explosión no confinada Eventos 31.3 y 31.4			Chorro Horizontal Eventos 31.5 y 31.6		
	Válvula de Seccionamiento No. 23 Ayala, Morelos.	Radios de afectación (R.A) (m)	Radiación Térmica (RT) Zonas de Riesgo (ZR)	Radios de Afectación (m)	Sobrepresión y Zonas de Riesgo.	Radios de Afectación (m)	Isoconcentración (ppm)		
Evento al 100%		31.1	65,80	ZAR 5 Kw/m <sup>2</sup>	31.3	167,04	ZAR 1 psi	31.5	114,48
	123,54		ZA 1.4 Kw/m <sup>2</sup>	283,94		ZA 0,5 psi	15,39		50 000
	0				0	150 000			
Evento al 20%	31.2	14,15	ZAR	31.4	57,12	ZAR	31.6	115,12	10 000
		26,50	ZA		97,10	ZA		0	50 000
	0				0	150 000			



## Análisis de Interacciones

Efectos sobre la población y/o infraestructura existentes en la ZA y ZAR	
Jet Fire	<p>⌘ <u>Infraestructura dentro de la ZAR (71 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 65,8 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por las vialidades del parque Industrial de Cuautla.</li> </ul> <p>⌘ <u>Personas que transiten por las vialidades del parque industrial Cuautla, mismas que se encuentren dentro de la ZAR (71 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 65,8 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 13 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo,</li> <li>- A los 40 segundos, presentarán quemaduras de segundo grado, considerando también asfixia por la disminución de Oxígeno y la exposición a los humos generados por el incendio.</li> </ul> <p>⌘ <u>Infraestructura presente en la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 65,8 hasta 123,54 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por las vialidades del parque Industrial de Cuautla que se encuentren dentro de la ZA al momento en que ocurra el siniestro.</li> </ul> <p>⌘ <u>Personas que transiten por las vialidades del parque industrial Cuautla, mismas que se encuentren dentro de la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 65,8 hasta 123,54 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 115 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo en la piel expuesta,</li> <li>- Después de 663 segundos (11.05 min.), presentarán quemaduras de segundo grado.</li> </ul>

Explosión no Confinada	<p>⌘ <u>Infraestructura y habitantes presentes en la ZAR (624 psi a 1 psi en un radio de 0 m hasta 167,04 m) y ZA (1 psi a 0,5 psi en un radio a partir de 167,04 m hasta 283,94 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 160 y que se encuentren dentro de la ZAR y ZA al momento en que ocurra la explosión,</li> <li>- Instalaciones de una empresa localizada en dirección Sureste a 230 m de distancia de la válvula de seccionamiento No. 23.</li> </ul>	
	Sobrepresión	Daño esperado
	1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.
	2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.
	3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.
	4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.
	5.0	Postes de madera arrancados
	7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga
	9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.
10.0	Posible destrucción total de edificios.	
Chorro Horizontal	<p>Daños en la salud de los habitantes localizados dentro de cualquiera de los radios de afectación, ya que de acuerdo a la <b>OSHA (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional)</b>, el gas natural se considera como un asfixiante simple a cualquier concentración, por lo que no se establecen tiempos máximos permisibles de exposición a dicha sustancia de acuerdo a la NOM-010-STPS-1999.</p>	





Escenario 32

COMPAÑÍA DE AUTOABASTECEDORES DE GAS NATURAL DE MORELOS, S.A. DE C.V.				Escenario 32. JIUTEPEC, MORELOS					
% de Ruptura por un impacto.	Jet Fire Eventos 32.1 y 32.2			Explosión no confinada Eventos 32.3 y 32.4		Chorro Horizontal Eventos 32.5 y 32.6			
	Radios de afectación (R.A) (m)	Radiación Térmica (RT) Zonas de Riesgo (ZR)		Radios de Afectación (m)	Sobrepresión y Zonas de Riesgo.	Radios de Afectación (m)	Isoconcentración (ppm)		
Cadenamiento 42+500 Jiutepec, Morelos.	32.1	86,59	ZAR 5 Kw/m <sup>2</sup>	32.3	202,35	ZAR 1 psi	32.5	692,24	10 000
		162,67	ZA 1.4 Kw/m <sup>2</sup>		343,97	ZA 0,5 psi		0	50 000
						0		150 000	
Evento al 20%	32.2	18,63	ZAR	32.4	69,2	ZAR	32.6	172,72	10 000
		34,9	ZA		117,63	ZA		2,64	50 000



								0	150 000
--	--	--	--	--	--	--	--	---	---------

**Análisis de Interacciones.**

<b>Efectos sobre la población y/o infraestructura existentes en la ZA y ZAR</b>	
Jet Fire	<p>⌘ <u>Infraestructura dentro de la ZAR (73 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 86 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 115 al momento de que ocurra el siniestro,</li> <li>- Casas habitación de la colonia San José.</li> </ul>
	<p>⌘ <u>Personas que transiten por la carretera Federal No 160, mismas que se encuentren dentro de la ZAR (18 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 86 m):</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 13 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo,</li> <li>- A los 40 segundos, presentarán quemaduras de segundo grado, considerando también asfixia por la disminución de Oxígeno y la exposición a los humos generados.</li> </ul>
	<p>⌘ <u>Infraestructura presente en la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 86 hasta 162 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 160 al momento de que ocurra el siniestro,</li> <li>- Casas habitación de la colonia San José.</li> </ul>
	<p>⌘ <u>Personas que transiten por la carretera Federal No. 160, mismas que se encuentren dentro de la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 86 hasta 162 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 115 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo en la piel expuesta,</li> <li>- Después de 663 segundos (11.05 min.), presentarán quemaduras de segundo grado.</li> </ul>

Explosión no Confinada	<p>⌘ <u>Infraestructura y habitantes presentes en la ZAR (842,8 psi a 1 psi en un radio de 0 m hasta 202 m) y ZA (1 psi a 0,5 psi en un radio a partir de 202 m hasta 343 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 115 al momento de que ocurra la explosión,</li> <li>- Casas habitación de la colonia San José y la colonia Lomas del Texcal,</li> <li>- Instalaciones del Instituto Politécnico Nacional (Campus Morelos), el cual se localiza a 350 m del cadenamiento 42+500 donde se originó la fuga.</li> </ul>	
	Sobrepresión	Daño esperado
	1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.
	2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.
	3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.
	4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.
	5.0	Postes de madera arrancados
	7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga
	9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.
10.0	Posible destrucción total de edificios.	
Chorro Horizontal	<p>Daños en la salud de los habitantes localizados dentro de cualquiera de los radios de afectación, ya que de acuerdo a la <b>OSHA (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional)</b>, el gas natural se considera como un asfixiante simple a cualquier concentración, por lo que no se establecen tiempos máximos permisibles de exposición a</p>	



dicha sustancia de acuerdo a la NOM-010-STPS-1999.

### Escenario 33

COMPañÍA DE AUTOABASTECEDORES DE GAS NATURAL DE MORELOS, S.A. DE C.V.				Escenario 33. JIUTEPEC, MORELOS					
% de Ruptura por un impacto.	Jet Fire Eventos 33.1 y 33.2			Explosión no confinada Eventos 33.3 y 33.4		Chorro Horizontal Eventos 33.5 y 33.6			
	Radios de afectación (R.A) (m)	Radiación Térmica (RT) Zonas de Riesgo (ZR)	Radios de Afectación (m)	Sobrepresión y Zonas de Riesgo.	Radios de Afectación (m)	Isoconcentración (ppm)			
Cadenamiento 44+500 Jiutepec, Morelos.	33.1	86,59	ZAR 5 Kw/m <sup>2</sup>	33.3	202,35	ZAR 1 psi	33.5	692,24	10 000
		162,67	ZA 1.4 Kw/m <sup>2</sup>		343,97	ZA 0,5 psi		0	50 000
	0	150 000							
Evento al 20%	33.2	18,63	ZAR	33.4	69,2	ZAR	33.6	172,72	10 000
		34,9	ZA		117,63	ZA		2,64	50 000



								0	150 000
--	--	--	--	--	--	--	--	---	---------

**Análisis de Interacciones.**

<b>Efectos sobre la población y/o infraestructura existentes en la ZA y ZAR</b>	
Jet Fire	<p>⌘ <u>Infraestructura dentro de la ZAR (73 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 86 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 160 al momento de que ocurra el siniestro,</li> <li>- Casas habitación de del sector habitacional Pedregal Las Fuentes a 70 m de distancia,</li> <li>- Acceso a las instalaciones del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) a 50 m.</li> </ul>
	<p>⌘ <u>Personas que transiten por la carretera Federal No 160 y alumnos del IMTA, mismos que se encuentren dentro de la ZAR (18 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 86 m):</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 13 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo,</li> <li>- A los 40 segundos, presentarán quemaduras de segundo grado, considerando también asfixia por la disminución de Oxígeno y la exposición a los humos generados.</li> </ul>
	<p>⌘ <u>Infraestructura presente en la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 86 hasta 162 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 160 al momento de que ocurra el siniestro,</li> <li>- Casas habitación de del sector habitacional Pedregal Las Fuentes y la colonia Cuahuchiles a 100 m de distancia,</li> <li>- Instalaciones del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) dentro del radio de la ZA.</li> </ul>
	<p>⌘ <u>Personas que transiten por la carretera Federal No. 160 y estudiantes del IMTA, mismos que se encuentren dentro de la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 86 hasta 162 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 115 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo en la piel expuesta,</li> <li>- Después de 663 segundos (11.05 min.), presentarán quemaduras de segundo grado.</li> </ul>

Explosión no Confinada	<p>⌘ <u>Infraestructura y habitantes presentes en la ZAR (842,8 psi a 1 psi en un radio de 0 m hasta 202 m) y ZA (1 psi a 0,5 psi en un radio a partir de 202 m hasta 343 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 160 al momento de que ocurra la explosión,</li> <li>- Casas habitación de del sector habitacional Pedregal Las Fuentes, la colonia Cuahuchiles, Progreso y Cactus en un radio de 350 m,</li> <li>- Instalaciones del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) dentro del radio de los 343 m correspondientes a la ZA.</li> </ul>	
	Sobrepresión	Daño esperado
	1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.
	2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.
	3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.
	4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.
	5.0	Postes de madera arrancados
	7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga
	9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.
10.0	Posible destrucción total de edificios.	
Chorro Horizontal	Daños en la salud de los habitantes localizados dentro de cualquiera de los radios de afectación, ya que de acuerdo a la <b>OSHA (Administración de Seguridad y Salud</b>	





**Ocupacional**), el gas natural se considera como un asfixiante simple a cualquier concentración, por lo que no se establecen tiempos máximos permisibles de exposición a dicha sustancia de acuerdo a la NOM-010-STPS-1999.

**Escenario 34.**

COMPAÑÍA DE AUTOABASTECEDORES DE GAS NATURAL DE MORELOS, S.A. DE C.V.				Escenario 34. YAUTEPEC, MORELOS					
% de Ruptura por un impacto.  Cadenamiento 36+500 Yautepec, Morelos.	Jet Fire Eventos 34.1 y 34.2			Explosión no confinada Eventos 34.3 y 34.4		Chorro Horizontal Eventos 34.5 y 34.6			
	Radios de afectación (R.A) (m)	Radiación Térmica (RT) Zonas de Riesgo (ZR)		Radios de Afectación (m)	Sobrepresión y Zonas de Riesgo.	Radios de Afectación (m)	Isoconcentración (ppm)		
Evento al 100%	34.1	86,59	ZAR 5 Kw/m <sup>2</sup>	34.3	202,35	ZAR 1 psi	34.5	692,24	10 000
		162,67	ZA 1.4 Kw/m <sup>2</sup>		343,97	ZA 0,5 psi		0	50 000
								0	150 000
Evento al 20%	34.2	18,63	ZAR	34.4	69,2	ZAR	34.6	172,72	10 000
		34,9	ZA		117,63	ZA		2,64	50 000



								0	150 000
--	--	--	--	--	--	--	--	---	---------

**Análisis de Interacciones.**

<b>Efectos sobre la población y/o infraestructura existentes en la ZA y ZAR</b>	
Jet Fire	<p>⌘ <u>Infraestructura dentro de la ZAR (73 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 86 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 160 al momento de que ocurra el siniestro.</li> <li>- En este punto se localiza el cañón de Lobos.</li> </ul> <p>⌘ <u>Personas que transiten por la carretera Federal No 160, mismas que se encuentren dentro de la ZAR (18 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 86 m):</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 13 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo,</li> <li>- A los 40 segundos, presentarán quemaduras de segundo grado, considerando también asfixia por la disminución de Oxígeno y la exposición a los humos generados.</li> </ul> <p>⌘ <u>Infraestructura presente en la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 86 hasta 162 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 160 al momento de que ocurra el siniestro.</li> </ul> <p>⌘ <u>Personas que transiten por la carretera Federal No. 160, mismas que se encuentren dentro de la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 86 hasta 162 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 115 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo en la piel expuesta,</li> <li>- Después de 663 segundos (11.05 min.), presentarán quemaduras de segundo grado.</li> </ul>

Explosión no Confinada	<p>⌘ <u>Infraestructura y habitantes presentes en la ZAR (842,8 psi a 1 psi en un radio de 0 m hasta 202 m) y ZA (1 psi a 0,5 psi en un radio a partir de 202 m hasta 343 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 160 al momento de que ocurra la explosión.</li> </ul>	
	Sobrepresión	Daño esperado
	1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.
	2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.
	3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.
	4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.
	5.0	Postes de madera arrancados
	7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga
	9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.
10.0	Posible destrucción total de edificios.	
Chorro Horizontal	<p>Daños en la salud de los habitantes localizados dentro de cualquiera de los radios de afectación, ya que de acuerdo a la <b>OSHA (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional)</b>, el gas natural se considera como un asfixiante simple a cualquier concentración, por lo que no se establecen tiempos máximos permisibles de exposición a dicha sustancia de acuerdo a la NOM-010-STPS-1999.</p>	



**Escenario 35.**

COMPAÑÍA DE AUTOABASTECEDORES DE GAS NATURAL DE MORELOS, S.A. DE C.V.				Escenario 35. YAUTEPEC, MORELOS			
% de Ruptura por un impacto.  Cadenamiento 30+000 Yautepec, Morelos.	Jet Fire Eventos 35.1 y 35.2			Explosión no confinada Eventos 35.3 y 35.4		Chorro Horizontal Eventos 35.5 y 35.6	
	Radios de afectación (R.A) (m)	Radiación Térmica (RT) Zonas de Riesgo (ZR)	Radios de Afectación (m)	Sobrepresión y Zonas de Riesgo.	Radios de Afectación (m)	Isoconcentración (ppm)	
Evento al 100%	35.1	86,59	35.3	202,35	35.5	692,24	10 000
		162,67		343,97		0	50 000
		ZAR 5 Kw/m <sup>2</sup>		ZAR 1 psi		0	150 000
Evento al 20%	35.2	18,63	35.4	69,2	35.6	172,72	10 000
		34,9		117,63		2,64	50 000
		ZAR		ZAR			
		ZA 1.4 Kw/m <sup>2</sup>		ZA 0,5 psi			
		ZA		ZA			



								0	150 000
--	--	--	--	--	--	--	--	---	---------

<b>Efectos sobre la población y/o infraestructura existentes en la ZA y ZAR</b>	
Jet Fire	<p>⌘ <u>Infraestructura dentro de la ZAR (73 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 86 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 160 al momento de que ocurra el siniestro.</li> <li>- 2 estaciones para el abastecimiento de combustibles (Gasolineras) a 85 m de distancia,</li> <li>- Establecimientos comerciales a 35 m.</li> </ul>
	<p>⌘ <u>Personas que transiten por la carretera Federal No 160, mismas que se encuentren dentro de la ZAR (18 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 86 m):</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 13 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo,</li> <li>- A los 40 segundos, presentarán quemaduras de segundo grado, considerando también asfixia por la disminución de Oxígeno y la exposición a los humos generados.</li> </ul>
	<p>⌘ <u>Infraestructura presente en la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 86 hasta 162 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 160 al momento de que ocurra el siniestro.</li> <li>- 2 estaciones para el abastecimiento de combustibles (Gasolineras) a 85 m de distancia,</li> <li>- Establecimientos comerciales a 35 m.</li> </ul>
	<p>⌘ <u>Personas que transiten por la carretera Federal No. 160, mismas que se encuentren dentro de la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 86 hasta 162 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 115 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo en la piel expuesta,</li> <li>- Después de 663 segundos (11.05 min.), presentarán quemaduras de segundo grado.</li> </ul>

Explosión no Confinada	<p>⌘ <u>Infraestructura y habitantes presentes en la ZAR (842,8 psi a 1 psi en un radio de 0 m hasta 202 m) y ZA (1 psi a 0,5 psi en un radio a partir de 202 m hasta 343 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 160 al momento de que ocurra la explosión.</li> <li>- 2 estaciones para el abastecimiento de combustibles (Gasolineras) a 85 m de distancia,</li> <li>- Establecimientos comerciales a 35 m,</li> <li>- Terrenos agrícolas en un radio de 300 m.</li> </ul>	
	<b>Sobrepresión</b>	<b>Daño esperado</b>
	1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.
	2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.
	3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.
	4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.
	5.0	Postes de madera arrancados
	7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga
	9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.
10.0	Posible destrucción total de edificios.	
Chorro Horizontal	Daños en la salud de los habitantes localizados dentro de cualquiera de los radios de afectación, ya que de acuerdo a la <b>OSHA (Administración de Seguridad y Salud</b>	





**Ocupacional**), el gas natural se considera como un asfixiante simple a cualquier concentración, por lo que no se establecen tiempos máximos permisibles de exposición a dicha sustancia de acuerdo a la NOM-010-STPS-1999.

**Escenario 36.**

COMPAÑÍA DE AUTOABASTECEDORES DE GAS NATURAL DE MORELOS, S.A. DE C.V.				Escenario 36. CUAUTLA, MORELOS					
% de Ruptura por un impacto.  Cadenamiento 11+500 Cautla, Morelos.	Jet Fire Eventos 36.1 y 36.2			Explosión no confinada Eventos 36.3 y 36.4			Chorro Horizontal Eventos 36.5 y 36.6		
	Radios de afectación (R.A) (m)		Radiación Térmica (RT) Zonas de Riesgo (ZR)	Radios de Afectación (m)		Sobrepresión y Zonas de Riesgo.	Radios de Afectación (m)		Isoconcentración (ppm)
Evento al 100%	37.1	107,14	ZAR 5 Kw/m <sup>2</sup>	37.3	234,8	ZAR 1 psi	37.5	234,8	10 000
		201,36	ZA 1.4 Kw/m <sup>2</sup>		399,14	ZA 0,5 psi		399,14	50 000
Evento al	37.2	23,05	ZAR	37.4	80,3	ZAR	37.6	80,3	10 000
									50 000



20%		43,2	ZA		136,5	ZA		136,5	
									150 000

### Análisis de Interacciones

Efectos sobre la población y/o infraestructura existentes en la ZA y ZAR	
Jet Fire	<p>⌘ <u>Infraestructura dentro de la ZAR (77 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 107 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 115 al momento de que ocurra el siniestro,</li> <li>- Vivero a 60 m de distancia,</li> <li>- Casas habitación de la colonia Año de Juárez a 100 m de distancia.</li> </ul>
	<p>⌘ <u>Personas que transiten por la carretera Federal No 115, mismas que se encuentren dentro de la ZAR (77 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 107 m):</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 13 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo,</li> <li>- A los 40 segundos, presentarán quemaduras de segundo grado, considerando también asfixia por la disminución de Oxígeno y la exposición a los humos generados.</li> </ul>
	<p>⌘ <u>Infraestructura presente en la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 107 hasta 201 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 115 al momento de que ocurra el siniestro,</li> <li>- Vivero a 60 m de distancia,</li> <li>- Casas habitación de la colonia Año de Juárez a 100 m de distancia, así como de la colonia Empleado Postal y el Fraccionamiento Cuautla a 300 y 350 m de distancia, respectivamente.</li> </ul>
	<p>⌘ <u>Personas que transiten por la carretera Federal No. 115, mismas que se encuentren dentro de la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 107 hasta 201 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 115 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo en la piel expuesta,</li> <li>- Después de 663 segundos (11.05 min.), presentarán quemaduras de segundo grado.</li> </ul>

Explosión no Confinada	<p>⌘ <u>Infraestructura y habitantes presentes en la ZAR (1 048 psi a 1 psi en un radio de 0 m hasta 234 m) y ZA (1 psi a 0,5 psi en un radio a partir de 234 m hasta 399 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 115 al momento de que ocurra el siniestro,</li> <li>- Vivero a 60 m de distancia,</li> <li>- Casas habitación de la colonia Año de Juárez a 100 m de distancia, así como de la colonia Empleado Postal y el Fraccionamiento Cuautla a 300 y 350 m de distancia, respectivamente.</li> </ul>	
	Sobrepresión	Daño esperado
	1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.
	2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.
	3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.
	4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.
	5.0	Postes de madera arrancados
	7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga
	9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.
10.0	Posible destrucción total de edificios.	



Chorro Horizontal	Daños en la salud de los habitantes localizados dentro de cualquiera de los radios de afectación, ya que de acuerdo a la <b>OSHA (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional)</b> , el gas natural se considera como un asfixiante simple a cualquier concentración, por lo que no se establecen tiempos máximos permisibles de exposición a dicha sustancia de acuerdo a la NOM-010-STPS-1999.
-------------------	--

**Escenario 37.**

COMPAÑÍA DE AUTOABASTECEDORES DE GAS NATURAL DE MORELOS, S.A. DE C.V.						Escenario 37. YECAPIXTLA, MORELOS				
% de Ruptura por un impacto.	Jet Fire Eventos 37.1 y 37.2			Explosión no confinada Eventos 37.3 y 37.4		Chorro Horizontal Eventos 37.5 y 37.6				
	Radios de afectación (R.A) (m)		Radiación Térmica (RT) Zonas de Riesgo (ZR)	Radios de Afectación (m)		Sobrepresión y Zonas de Riesgo.	Radios de Afectación (m)		Isoconcentración (ppm)	
Cadenamiento 11+500 Yecapixtla, Morelos.	Evento al 100%	37.1	107,14	ZAR 5 Kw/m <sup>2</sup>	37.3	234,8	ZAR 1 psi	37.5	587,43	10 000
			201,36	ZA 1.4 Kw/m <sup>2</sup>		399,14	ZA 0,5 psi		27,52	50 000
	Evento al 37.2	23,05	ZAR	37.4	80,3	ZAR	37.6		223,4	10 000



20%	43,2	ZA	136,5	ZA	4,62	50 000
					0	150 000

**Análisis de Interacciones.**

<b>Efectos sobre la población y/o infraestructura existentes en la ZA y ZAR</b>	
Jet Fire	<p>⌘ <u>Infraestructura dentro de la ZAR (77 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 107 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 160 al momento de que ocurra el siniestro,</li> <li>- Instalaciones de empresa materialista ubicada a 40 m de distancia,</li> <li>- Casas habitación de la ciudad Juan Morales, localizadas en el derecho de vía de la carretera Federal No. 160.</li> </ul> <p>⌘ <u>Personas que transiten por la carretera Federal No 160, mismas que se encuentren dentro de la ZAR (77 KW/m<sup>2</sup> a 5 KW/m<sup>2</sup>, en un radio de 0 a 107 m):</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 13 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo,</li> <li>- A los 40 segundos, presentarán quemaduras de segundo grado, considerando también asfixia por la disminución de Oxígeno y la exposición a los humos generados.</li> </ul> <p>⌘ <u>Infraestructura presente en la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 107 hasta 201 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 160 al momento de que ocurra el siniestro,</li> <li>- Instalaciones de empresa materialista ubicada a 40 m de distancia,</li> <li>- Casas habitación de la ciudad Juan Morales, localizadas en el derecho de vía de la carretera Federal No. 160.</li> </ul> <p>⌘ <u>Personas que transiten por la carretera Federal No. 160, mismas que se encuentren dentro de la ZA (5 KW/m<sup>2</sup> a 1,4 KW/m<sup>2</sup>, en un radio partir de 107 hasta 201 m), al momento que ocurra el siniestro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A los 115 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo en la piel expuesta,</li> <li>- Después de 663 segundos (11.05 min.), presentarán quemaduras de segundo grado.</li> </ul>

Explosión no Confinada	<p>⌘ <u>Infraestructura y habitantes presentes en la ZAR (1 048 psi a 1 psi en un radio de 0 m hasta 234 m) y ZA (1 psi a 0,5 psi en un radio a partir de 234 m hasta 399 m).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos que transiten por la carretera Federal No. 160 al momento de que ocurra la explosión,</li> <li>- Casas habitación de la ciudad Juan Morales, localizadas en el derecho de vía de la carretera Federal No. 160.</li> <li>- Estaciones para el abastecimiento de combustibles (gasolinera) a 220 m de distancia,</li> <li>- Instalaciones de empresa materialista ubicada a 40 m de distancia,</li> <li>- Instalaciones de Cementos Mexicanos (CEMEX) a 128 m de distancia.</li> </ul>	
	Sobrepresión	Daño esperado
	1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.
	2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas.
	3.0	Edificios con estructura de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos.
	4.0	Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros.
	5.0	Postes de madera arrancados
	7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga





	9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.
	10.0	Posible destrucción total de edificios.
Chorro Horizontal	Daños en la salud de los habitantes localizados dentro de cualquiera de los radios de afectación, ya que de acuerdo a la <b>OSHA (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional)</b> , el gas natural se considera como un asfixiante simple a cualquier concentración, por lo que no se establecen tiempos máximos permisibles de exposición a dicha sustancia de acuerdo a la NOM-010-STPS-1999.	

#### VI.4 Recomendaciones técnico-operativas resultantes de la aplicación de la metodología para la identificación de riesgos, así como de la evaluación de los mismos.

Para la realización del presente Análisis de Riesgo, se utilizó la técnica del HAZOP (Hazard and Operability) para la evaluación y determinación de riesgos, así como la metodología denominada Árbol de Fallas, en específico con el Software FaultreEase para la determinación de la probabilidad de ocurrencia de riesgos y mediante los paquetes SCRI (Simulación de Contaminación y Riesgos Industriales, versión 1.1 y el de Modelos atmosféricos para simulación de contaminación y riesgos industriales, versión 4.0) para la realización de simulaciones de fugas de Gas Natural, de lo cual, aunado a los recorridos en campo donde se instalará el presente proyecto, se derivan las siguientes recomendaciones.

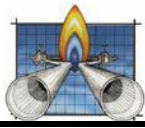
- Aplicar el programa de mantenimiento Predictivo, Preventivo y Correctivo, y registrar las actividades en bitácora de control, con el objeto de constatar que las actividades de mantenimiento se realizan de una manera eficiente y reducir los riesgos que se puedan generar debido a fallas en componentes mecánicos, instrumentación en general, y en la integridad mecánica del gasoducto,



- Definir un responsable de la elaboración y ejecución del programa de mantenimiento, así como un supervisor que asegure la correcta aplicación del mismo,
- Elaborar y poner en práctica un programa para la calibración de los instrumentos de medición y control, así como para el mantenimiento de los mismos de acuerdo a las especificaciones del fabricante,
- Realizar celajes diarios por parte de técnicos capacitados y contar con registros de las verificaciones a realizar en cada uno de los recorridos por las instalaciones,
- Contar con un sistema de comunicación directa con oficinas de ELECNOR, para reportar cualquier falla en el suministro de Gas, así como cualquier emergencia que requiera el cierre del Gasoducto operado por ELECNOR.
- Incluir dentro de un programa, el mantenimiento al sistema contra incendio, ubicado en la City Gate Morelos, por lo menos una vez al mes, y contar con una lista de verificación de las condiciones de dicho sistema.
- Capacitar al personal en relación a la aplicación de los procedimientos operativos para realizar acciones correctivas eficientes en caso de presentarse aumentos o caídas de presión en las instalaciones, así mismo, registrar en bitácora las lecturas diarias de los parámetros de operación establecidos, tales como Flujo, Temperatura y Presión, principalmente,
- Aislar la City Gate Morelos con muros de concreto armado reforzado, de manera que no se vea afectada por la generación de incendios cercanos a la instalación, así como para la protección contra impactos que se generen por accidentes vehiculares en el derecho de vía de la carretera Federal No. 160.
- Elaborar y poner en práctica un programa de capacitación dirigido al personal operativo, en relación a los procedimientos establecidos para la ejecución de las actividades de mantenimiento,
- Realizar simulacros de tal manera que se asegure la eficiente capacidad de respuesta, ante una emergencia o simplemente para la ejecución de las actividades de mantenimiento, con el fin de prevenir la afectación a la instalación, debido a maniobras erróneas por parte de los operadores,
- Establecer claramente las políticas de actuación de los sistemas de seguridad (prioridades, puntos de ajuste, principalmente) ante eventos de alta presión. Válvulas de seguridad dentro y fuera de las ERM.
- Elaborar y poner en práctica una lista de verificación del ducto y accesorios, con el objeto de llevar un control en cuanto a la integridad mecánica de las mismas,
- Las actividades de verificación visual, se deberán realizar diariamente, y al detectar alguna anomalía en la instalación, actuar correctamente con apego a los procedimientos establecidos,
- Instalar letreros y señalamientos alusivos al peligro que representa la instalación, con el objeto de alertar a las personas que transitan por dicha zona,

**VI.5 Presentar reporte del resultado de la última auditoría de seguridad practicada a las instalaciones que conforman el ducto, anexando en su caso, el programa calendarizado para el cumplimiento de las recomendaciones resultantes de la misma.**

Debido a que el proyecto apenas se encuentra en su etapa de planeación, no se han realizado Auditorías de seguridad a las instalaciones, sin embargo, cabe mencionar que para iniciar las operaciones de transporte de Gas Natural se deberá de obtener el dictamen de verificación de una UV



en materia de energía, el cual asegure la integridad física y condiciones de seguridad del proyecto, lo anterior con apego a la NOM-007-SECRE-2010.

**VI.6 Describir a detalle las medidas, equipos, dispositivos y sistemas de seguridad con que contará la instalación, considerados para la prevención, control y atención de eventos extraordinarios.**

Dentro de los equipos de atención a emergencias contemplados para la atención de emergencias y sucesos que pudieran presentarse en la operación del gasoducto de 6"Φ, son:

- Alarma visual y audible para detectar la presencia de gas en el ambiente, en caso de que sean activadas, se deberán ejecutar acciones de bloqueo de válvulas y disparo de motores, principalmente, antes de llegar a la zona explosiva. Cabe mencionar que las mezclas del gas natural con aire en concentraciones entre 5% y 15% son explosivas, solo hará falta una fuente de ignición para que se desencadene una violenta explosión.
- Sistema de pararrayos y sistema de tierras. Se deberá asegurar todo el sistema de la Estación de Medición y Regulación, para que cuente con sistema conectado a la red de tierras físicas y pararrayos. La verificación de los mismos, quedará incluida en el programa General de Mantenimiento.
- Sistema de Seguridad por sobre presión. La City Gate Morelos, contará con un sistema de seguridad sobre presión, la cual se usa el 10% por arriba del valor máximo de operación en el sistema, las válvulas estarán instaladas después de los trenes de regulación y medición, por tal motivo, si llegasen a activar el gas natural que se dispare será medido.
- Extinción de incendios. Para este tipo de contingencias, la empresa cuenta con procedimientos que se enfocan en mitigar la fuente de la fuga en el gasoducto, así como también con extintores de acuerdo a la **NOM-002-STPS-2010**; se tienen contemplados los extintores de Polvo Químico Seco (PQS), bióxido de carbono y sistemas para aspersión de agua en las estaciones de regulación y medición.

En el caso de un incendio por fuga de gas se tomarán en cuenta las siguientes indicaciones:

**a) Fuga de gas natural a la atmósfera, sin incendio:**

Si esto sucede a la intemperie, el gas natural se disipa fácilmente en las capas superiores de la atmósfera; contrariamente, cuando queda atrapado en la parte inferior de techumbres se forman mezclas explosivas con gran potencial para explotar, y explotarán violentamente al entrar en contacto con una fuente de ignición.

- Verificar anticipadamente por medio de pruebas y Auditorias de Seguridad, que la integridad mecánica-eléctrica de las instalaciones está en óptimas condiciones (diseño, construcción y mantenimiento) de acuerdo a las especificaciones establecidas en normas para gasoductos que incluya válvulas, conexiones y accesorios.
- Se instalarán detectores de mezclas explosivas, calor y humo con alarmas audibles y visuales.

**b) Incendio de una fuga de gas natural:**

En caso de Incendio por fuga de Gas Natural, procede lo siguiente:

- Se activa el Plan de emergencia según la magnitud del evento,



- Aún sin incendio, asegúrese que el personal utilice el equipo de protección para combate de incendios,
- Bloquee las válvulas que alimentan la fuga y proceda con los movimientos operacionales de ataque a la emergencia, mientras tanto, serán enfriadas con agua, las superficies de las instalaciones expuestas al calor.

Aunado a lo anterior, el sistema de transporte de Gas Natural de Morelos, contará con los siguientes dispositivos y equipos para emergencias:

Cantidad	Artículo	Especificaciones
1	Medidor de temperatura ambiente,	Graficador de temperatura,
1	Detector de gas (espacios cerrados),	Exposímetro,
1	Medidor de energía,	Milímetro digital,
1	Medidor de presión,	Graficador de presión,
1	Detector de gas natural,	Micro gas,
1	Medidor de mercaptano en sistema,	Detección (odorizante),
1	Medidor de presión (digital),	Manómetro digital,
1	Medidor de temperatura del gas,	Block calibrador de temperatura,
1	Medidor de presión,	Graficador de presión,
1	Detector de fallas fushion bond (en tubería de A.C.),	SPY,
1	Calibrador de espesores,	Positector UTG-ME,
1	Probador portátil para presión hidráulica,	0-3000 PSI,
1	Equipo de auto riego,	Motor a gasolina de 15 HPS,
1	Pulidor industrial,	127 V / 15 A,
2	Equipo abrebridas,	Abrebridas,
1	Compresor de aire,	Capacidad 50 L de 2 1/2" HP de 16 PSI,
1	Generador eléctrico,	16 HP,
1	Equipo de aire autónomo,	
1	Esmeril de banco.	560 W.

**VI.7 Indicar las medidas preventivas, incluidos los programas de mantenimiento e inspección, así como los programas de contingencias que se aplicarán durante la operación normal de la instalación, para evitar el deterioro del medio ambiente, además de aquellas orientadas a la restauración de la zona afectada en caso de accidente.**

#### **VI.9.1 Medidas de Seguridad**

Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V., cuenta con un programa de seguridad, del cual se deriva una serie de actividades preventivas-correctivas para la eficiente operación del gasoducto de 6"Φ y las estaciones de regulación y medición, las cuales se indican en la siguiente tabla:

**Tabla VI.9.1.1 Programa de Actividades de Seguridad.**



Actividades de Seguridad	Frecuencia
Tener actualizado el directorio, que incluya todos los teléfonos de las dependencias oficiales, municipales, estatales y federales; incluyendo el de ELECNOR,	Bimestral
Tener actualizado el directorio, que incluya los teléfonos, No. de extensión y celular del personal responsable de producción, operación y mantenimiento de los asociados,	Bimestral
Verificación del patrullaje o celaje del gasoducto (vigía)	Semanal
Llevar a cabo el programa de capacitación y simulacros	Mensual
Evidencia que el personal cuenta con su Equipo de Protección Personal (EPP).	Bimestral
Realizar una lista de verificación (L.V.), para el equipo del kit de emergencia, así como su funcionamiento	Mensual
Revisar el inventario del kit de emergencia	Mensual
Reporte y Control de Afectaciones en el gasoducto	Semanal
Programa de Platicas sobre el manejo del Gas Natural a clientes y a la comunidad	Semanal
Convenio de Ayuda Mutua	Mensual

### VI.9.2 Operación y Mantenimiento.

Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, cuenta con un programa anual de operación y mantenimiento el cual está enfocado a disminuir el riesgo de eventos que lleguen a impactar el ecosistema y dañar la integridad mecánica de la instalación. A continuación se indican las actividades de mantenimiento preventivo a realizar en las Estaciones de Regulación y Medición de los socios, así como en la City Gate Morelos.

**Tabla VI.9.2.1** Actividades de mantenimiento a ejecutar en la City Gate Morelos.

Actividad	Frecuencia
Monitoreo de fugitivos de gas natural,	1 Mes
Aseo total de la instalación,	1 Mes
Verificar funcionamiento de la turbina,	1 Mes
Inspección visual de válvulas de paso completo,	1 Mes
Verificar funcionamiento de válvulas,	1 Mes
Pintado de la tubería,	6 Mes
Calibrar válvulas de relevo,	1 Año





Mantenimiento preventivo a válvulas de relevo,	1 Año
Verificar funcionamiento de Reguladores de presión,	1 Mes
Mantenimiento preventivo a reguladores de presión,	1 Año
Inspección visual de extintores,	1 Mes
Verificar funcionamiento de la Instalación eléctrica,	1 Mes
Inspección visual de señalamientos,	1 Mes
Inspección visual a la City Gate.	1 Día

**Tabla VI.9.2.2** Actividades a realizar en las Estaciones de Regulación y Medición de los socios.

Actividad	Frecuencia
Lecturas de presión,	1 Mes
Monitoreo de fugitivos de gas natural: Caseta,	1 Mes
Aseo total de la Estación de Regulación,	1 Mes
Verificar funcionamiento y conexiones (computador de flujo),	1 Mes
Expulsión de impurezas de los filtros,	1 Mes
Revisión general del gabinete (falta o daño a pintura),	1 Mes
Verificar funcionamiento de los instrumentos de medición,	1 Mes
Verificar funcionamiento de reguladores de presión,	1 Mes
Mantenimiento preventivo a reguladores de presión,	6 Meses
Inspección visual de señalamientos,	1 Mes
Calibrar válvulas de relevo de relevo,	6 Meses
Inspección visual de válvulas de relevos,	1 Mes
Inspección visual de válvulas de paso,	1 Mes
Verificar funcionamiento de las válvulas de paso,	1 Mes

Aunado a las actividades indicadas en las **Tablas VI.9.2.1** y **VI.9.2.2**, en el gasoducto para transporte de Gas Natural, se realizarán las siguientes actividades de mantenimiento:

1. Monitoreo de fugitivos de Gas Natural en el derecho de vía del Gasoducto,
2. Mantenimiento a señalamientos,
3. Mantenimiento a las válvulas de seccionamiento.

Para todas y cada una de las actividades de operación y mantenimiento, se contará con evidencias de su realización, tales como: órdenes de trabajo y registros de las actividades realizadas.

### **VI.9.3 Verificaciones y/o Auditorías de seguridad.**



Actividades de mantenimiento a ejecutar en la City Gate Morelos, por medio de la planeación eficiente y diseños de construcción del proyecto, da cumplimiento a la Norma Oficial Mexicana, aplicable para el sistema de transporte de Gas Natural por ducto, **NOM-007-SECRE-2010**, misma que establece que se debe realizar una verificación anual por parte de una Unidad de Verificación, acreditada ante la Comisión Reguladora de Energía (CRE), la cual verificará y emitirá el dictamen en base a los siguientes puntos relacionados con la **seguridad, operación y mantenimiento** de la red de transporte de Gas natural.

#### **Verificación de Operación y Mantenimiento.**

1. Procedimientos de Operación y Mantenimiento,
2. Señalamientos,
3. Registros de vigilancia y patrullaje,
4. Registros de inspección de los dispositivos de control de presión,
5. Mantenimiento de registros,
6. Registros de mantenimiento de válvulas,
7. Control de corrosión externa,
8. Registros de Inspección y mantenimiento a estaciones de medición y regulación,
9. Documentación histórica y evaluación de la ingeniería,
10. Programa y registros de capacitación y/o entrenamiento.

#### **Verificación de Seguridad.**

1. Plan Integral de Seguridad y Protección Civil,
2. Programa de Prevención de Accidentes y registros de simulacros,
3. Programa para la prevención de daños.
4. Programa de auxilio,
5. Programa de recuperación,
6. Educación al público,
7. Investigación de fallas,
8. Procedimientos de emergencias.

Así mismo para la etapa de construcción y/o ampliación del sistema de transporte de gas Natural, se debe de contar con un dictamen de inicio de operaciones o de construcción realizado por la Unidad Verificadora.

#### **Auditorias.**

El corporativo al que pertenece Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, cuenta con el Certificado como Industria Limpia, otorgado por parte de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA).

#### **Atención a Emergencias.**

Para la atención a emergencias, la compañía cuenta con procedimientos técnicos operativos, mismos que se encuentran actualizados y serán aplicados por parte del personal al momento de presentarse una situación de emergencia. Dichos procedimientos se indican a continuación.



**Tabla VI.9.3.1** Relación de Procedimientos de Seguridad e Instrucciones de Trabajo del Plan Integral de Seguridad

Clave	Procedimientos.
ITO- 000	Procedimiento: Activación del Plan Integral de Seguridad (PIS),
ITO- 001	Procedimiento: Cierre de líneas de gas,
ITO- 002	Procedimiento: Para detección y localización de fugas,
ITO- 003	Procedimiento: Para controlar y extinguir fuego provocado por Gas,
ITO- 004	Procedimiento: Para controlar fugas de gas sin fuego,
ITO- 005	Procedimiento: Para controlar fugas de gas en el interior de construcciones,
ITO- 006	Procedimiento: Para controlar fugas de gas en el exterior de construcciones,
ITO- 007	Procedimiento: Para trabajos cercanos a obras de terceros o instalaciones existentes,
ITO- 008	Procedimiento: Para controlar la circulación vehicular,
ITO- 009	Procedimiento: Para el manejo e instalación de tuberías de polietileno,
ITO- 010	Procedimiento: Para la limpieza interior de gasoductos,
ITO- 011	Procedimiento para purgado de gasoductos,
ITO- 013	Procedimiento: Para el registro de llamadas de emergencias,
ITO- 014	Procedimiento para la prevención y combate de incendios,
ITO- 015	Procedimiento: Para el incremento de la máxima presión de operación,
ITO- 016	Procedimiento: Para el decremento de la máxima presión de operación,
ITO- 0017	Procedimiento: Para desactivar tuberías que transportan gas natural,
ITO- 018	Procedimiento: Para activar tuberías que transportan gas natural,
ITO- 019	Procedimiento: Vaciado de odorizador del tanque del proveedor,

**Tabla VI.9.3.1** Relación de Procedimientos de Seguridad e Instrucciones de Trabajo del Plan Integral de Seguridad

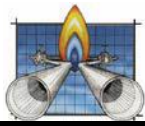
Clave	Procedimientos.
ITO- 020	Procedimiento: Patrullaje de los sistemas de transporte,
ITO- 023	Procedimiento: Calibración de espesores en instalaciones superficiales,
ITO- 026	Procedimiento: Toma de lecturas de potenciales en gasoductos,
ITO- 028	Procedimiento: Recubrimiento anticorrosivo a instalaciones



	superficiales,
<b>ITO- 030</b>	Procedimiento: Clasificación de fugas de gas natural,
<b>ITO- 038</b>	Procedimiento: Mantenimiento a válvulas de seguridad tipo axial,
<b>ITO- 071</b>	Procedimiento: Funciones de la Brigada de Emergencia. Sistemas Foráneos,
<b>ITO- 076</b>	Procedimiento de comunicación externa por fugas de gas natural,
<b>ITO- 077</b>	Procedimiento para realizar y evaluar simulacros,
<b>ITO- 078</b>	Procedimiento de Evacuación Externa,
<b>ITO- 082</b>	Procedimiento: Búsqueda, rescate y clasificación de lesionados.

Así mismo, se cuenta con un programa de capacitación anual de Seguridad en el cual se tiene programado la realización de simulacros tanto en gabinete y en campo, lo cual forma parte de la política de seguridad, ya que es importante tener al personal operativo capacitado y entrenado para atender cualquier situación de emergencia de manera oportuna.

En términos generales, Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V., cuenta con las medidas de seguridad requeridas para asegurar la eficiente operación y mantenimiento de la instalación, con el objeto de brindar una operación confiable del sistema de transporte de Gas Natural, a los socios habitantes por donde pase el derecho de vía del gasoducto, así mismo, contará con un sistema de Auditorias y Verificaciones por empresas acreditadas y Unidades de Verificación, para la obtención de los dictámenes que aseguren la integridad mecánica y la operabilidad del sistema de transporte.



## CAPÍTULO VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

### VII.1 Presentar el Informe Técnico del Estudio de Riesgo Ambiental.

El informe Técnico del Estudio de Riesgo Ambiental, se presenta en el anexo 8.

**Ver Anexo 8** Informe Técnico del Estudio de Riesgo.

### VII.2 Situación general que presenta la instalación en materia de Riesgo Ambiental.

El presente Estudio de Riesgo Ambiental, corresponde al proyecto ejecutivo de un Gasoducto construido e instalado en los municipios Cuernavaca, Jiutepec, Yautepec, Tlayacapan, Cuautla, Yecapixtla y Ayala, todos en el estado de Morelos, compuesto por tubería de acero al carbón sin costura, especificación API 5L GRADO X52, de 12", 10, 8" y 6" de diámetro nominal, propiedad de la Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V., mismo que en su construcción se utilizará el sistema direccional para salvar obstáculos que pudieran presentar algún impacto y Riesgo al ambiente, los habitantes de la población y bienes de los mismos.

En el proyecto ejecutivo en cuestión, se aplica Ingeniería de punta con el objetivo de minimizar los riesgos implícitos y satisfacer a sus clientes y socios de un combustible más limpio y amigable con el ambiente. Como resultado del análisis de riesgo, basado en las memorias técnicas-descriptivas y diagrama de instrumentación (DTI's), de las estaciones de regulación, City Gate y de la línea del gasoducto, se consideraron aquellos eventos donde estuvieran involucrados los sucesos similares ocurridos en otras zonas donde se realiza el mismo diseño y construcción de gasoducto, se tomaron en cuenta, los accesorios tales como: válvulas, medidores, bridas y reguladores, para la determinación de las desviaciones, causas y consecuencias de probables eventos producidos por fallas mecánicas o de operabilidad con sus probables áreas de afectación. Como medida de seguridad antes de iniciar operaciones el gasoducto de deberá obtener el diámetro de verificación de la integridad mecánica por una UV acreditada y aprobada por la Secretaria de Energía y la EMA.

#### VII.2.1 Recomendaciones derivadas del análisis de riesgo efectuado.

Cualquier instalación que presente riesgos de accidentes mayores tendrá que disponer de medidas de prevención que disminuyan los riesgos de afectación a las instalaciones de la empresa. El tipo y características de dichas medidas, dependerá de los riesgos que se pretendan minimizar en la red de transporte.

El análisis objetivo de las características del sistema de transporte de Morelos, arrojó como resultado las siguientes recomendaciones técnico-operativas:

- ❖ Las Estaciones de Regulación y Medición (ERM) que darán suministro a los socios, así como la City Gate Morelos, deberán de estar protegidas mediante muros de concreto armado que tengan la capacidad de contener radiaciones de hasta 10 KW/m<sup>2</sup> y soportar una sobrepresión de 10 lb/pulg<sup>2</sup>, (valores obtenidos en los escenarios simulados), los cuales aíslen a las estaciones con el fin de evitar alguna afectación a posibles receptores exteriores. El aislamiento de dichas instalaciones deberá cumplir con los requisitos de la norma NOM-007-SECRE-2010 en sus numerales del 7,38 al 7,41, así como 7,45 y 7,46, asegurándose de resistir las cargas a las que puedan estar sometidas y proteger el equipo instalado en cada una de las estaciones,





- ❖ Las Estación de Regulación, así como las ERM de los socios, deberán estar ubicadas dentro de los predios de los socios según sea el caso, con la finalidad de asegurar la integridad física de cada estación, ya que, derivado de la metodología del Análisis de Árboles de Falla (FaultTree de Arthur D Little) realizados, se considera que el principal factor de probabilidad de incendio o explosión se deriva por la posible afectación por terceros,
- ❖ Las válvulas de seccionamiento que se encuentran tanto en el interior como en el exterior de localidades urbanas, deberán ser instaladas en registros subterráneos, con la finalidad de que el recinto en el subsuelo mitigue las consecuencias de una posible afectación por explosión o incendio,
- ❖ Realizar pruebas, que certifiquen la calidad integral y resistencia mecánica de los equipos (calibración de los diferentes dispositivos de seguridad y medición, así como la instrumentación de las estaciones de regulación, medición de espesores en tuberías de conducción y estado físico de los señalamientos instalados en el derecho de vía del sistema de transporte de Gas Natural) y conexiones eléctricas en las estaciones de regulación de los socios y City Gate.
- ❖ Cumplir y reforzar constantemente la capacitación del personal operativo y de control, respecto a los procedimientos de respuesta a emergencia,
- ❖ Supervisar y reforzar la capacitación del personal sobre el mantenimiento, identificación, operación y manejo los principales equipos contra incendio,
- ❖ Elaborar y poner en práctica un programa de simulacros para asegurar que el tiempo de respuesta ante una emergencia sea acorde a lo planeado, y constatar que se cuenta con el equipo suficiente para atender cualquier emergencia que pueda suscitarse en el derecho de vía del gasoducto principal de transporte,
- ❖ La empresa debe efectuar auditorias periódicas sobre el funcionamiento de los distintos sistemas de operación y mantenimiento de seguridad y de prevención,
- ❖ La vigilancia de los parámetros más importantes del proceso deberán de contar con instrumentación, que alerten de las desviaciones del proceso que se han salido de control y puedan ser captadas por los operadores,
- ❖ Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, debe asegurar que los procedimientos operativos, garanticen actividades de mantenimiento y operación de una manera segura y eficaz, tomando en cuenta como mínimo, lo siguiente:
  - La operación, mantenimiento y reparación de tuberías, válvulas y accesorios,
  - Las especificaciones de construcción, planos y datos históricos de las operaciones deben ponerse a disposición del personal operativo,
  - Debe contar con un programa para la prevención de accidentes (PPA) de conformidad con lo establecido por la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT),
  - Se debe instrumentar un procedimiento escrito para prevenir daños a las tuberías sepultadas por actividades de construcción.
- ❖ Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, S.A. de C.V., debe contar con procedimientos que proporcionen las condiciones de seguridad necesaria cuando se hayan



excedido los límites de diseño de operación y debe considerar la respuesta, investigación y corrección relativa al:

- Cierre de válvulas y paros no intencionales,
  - Incremento o disminución en la presión o en el rango de flujo fuera de los límites de operación normal,
  - Pérdida de comunicaciones,
  - Operación de cualquier dispositivo de seguridad y cualquier otra disfunción no deseable de un componente, desviación de la operación normal, o error humano que pueda resultar en un riesgo para las personas o la propiedad,
  - Revisión de las variaciones de la operación normal después de que han terminado las operaciones anormales. Esto debe realizarse las veces que sea necesario, principalmente en las localizaciones críticas del sistema para determinar su integridad y operación segura,
  - Notificación inmediata vía radio – teléfono celular al personal operativo responsable cuando se reciba un aviso sobre una operación anormal,
- ❖ Revisión periódica de la respuesta del personal operativo para determinar la efectividad de los procedimientos para controlar operaciones anormales y, en su caso, tomar las acciones correctivas donde se encuentren deficiencias.

### **VII.3 Conclusiones del Estudio de Riesgo Ambiental.**

El presente estudio llevó a la conclusión de que los riesgos mayores de la red de Compañía de Autoabastecedores de Gas Natural de Morelos, es la incidencia de incendio y explosión por afectación de las ERM's de sus asociados, ya que de acuerdo a sus ubicaciones podría afectar a zonas habitacionales en caso de presentarse un incendio o explosión, sin embargo, la Compañía de Autoabastecedores y sus asociados, darán a conocer a los habitantes involucrados de las medidas de prevención y control que se instaurarán en cada una de las estaciones para reducir los riesgos existentes por incendio y explosión.

El riesgo existente por la conducción de Gas Natural por ductos es evidente, mismo que es controlable y de ser posible su reducción poniendo especial atención en los recorridos de celaje, que para el presente estudio se aplicarán a diario. Aunado a lo anterior los programas de mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo ayudarán a anticiparse a cualquier falla mecánica o de operación que se pueda presentar.

La verificación de la integridad mecánica y de operación del gasoducto por una UV acreditada y aprobada por la Secretaria de Energía y la EMA, se realizará antes de entrar en operación y posteriormente con apego a la normativa, lo que asegura y reduce los riesgos del gasoducto.

En base a lo anterior, se concluye que existe la factibilidad técnica para la construcción del sistema de transporte de Gas Natural compuesto por tubería de acero al carbón sin costura, especificación API 5L Grado X52 para el gasoducto principal, y polietileno de alta densidad para sus ramales ubicados en la ciudad de Cuernavaca y Jiutepec.



**CAPÍTULO VIII. ANEXO FOTOGRÁFICO.**



**Foto 1.** Gasolinera No. 3040 ( $18^{\circ} 54' 41.73''$  N -  $99^{\circ} 10' 52.26''$  O).



Foto 2. Establecimiento comercial (18° 54' 53.31" N - 99° 09' 56.07" O)



Foto 3. Centro comercial (18° 54' 06.70" N - 99° 10' 26.76" O).





Foto 4. Gasolinera No. 4605 ( $18^{\circ} 54' 00.66''$  N -  $99^{\circ} 10' 19.70''$  O).



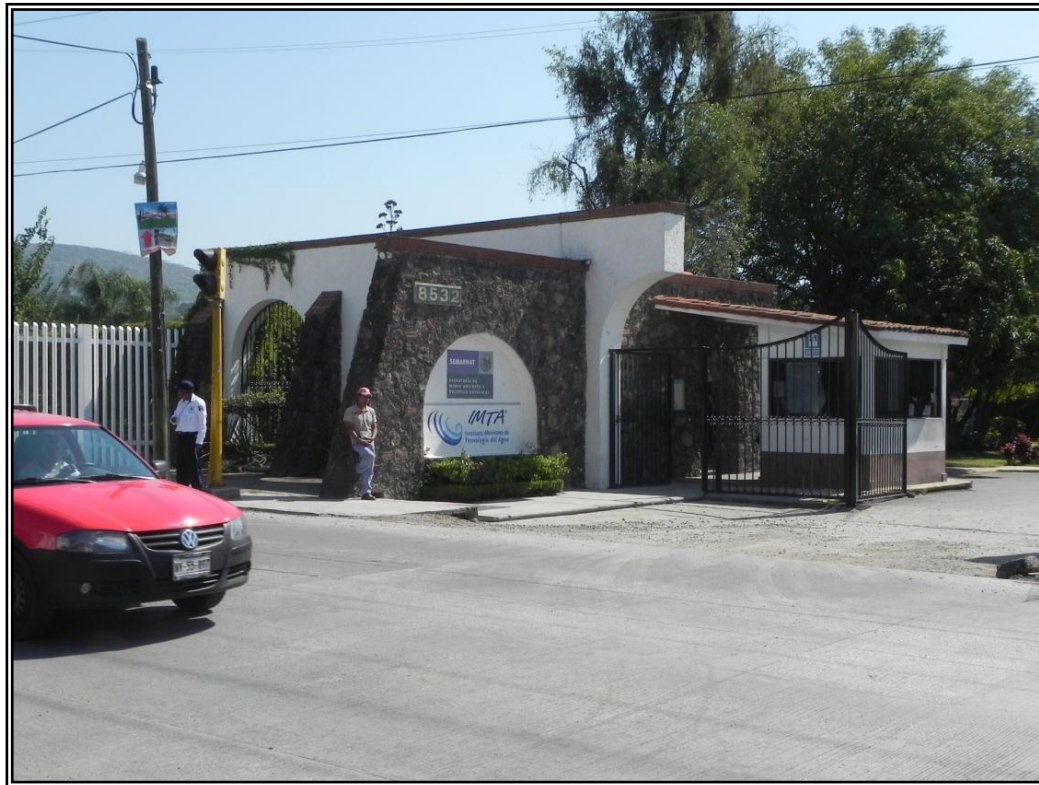


Foto 5. Establecimiento comercial (18° 53' 47.84" N - 99° 10' 04.53" O).





**Foto 6.** Gasolinera No. 5006 ( $18^{\circ} 53' 47.84''$  N -  $99^{\circ} 10' 04.53''$  O).

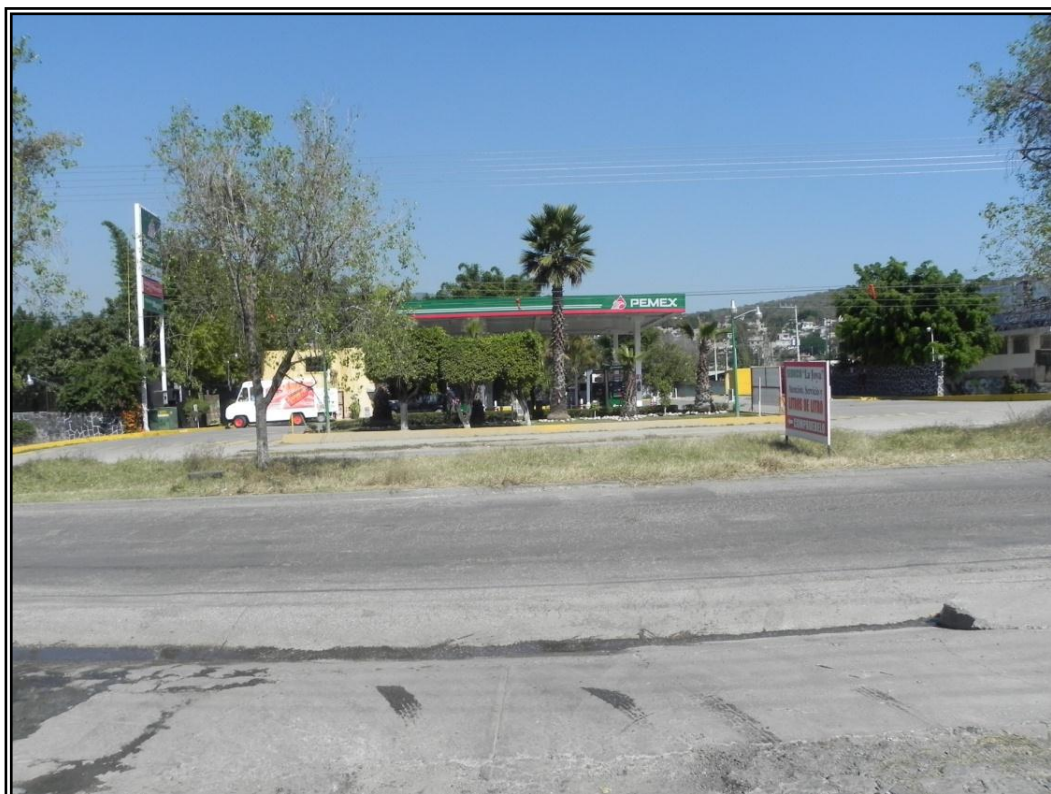


**Foto 7.** Instituto Mexicano de Tecnología del Agua ( $18^{\circ} 53' 06.47''$  N -  $99^{\circ} 09' 32.17''$  O).



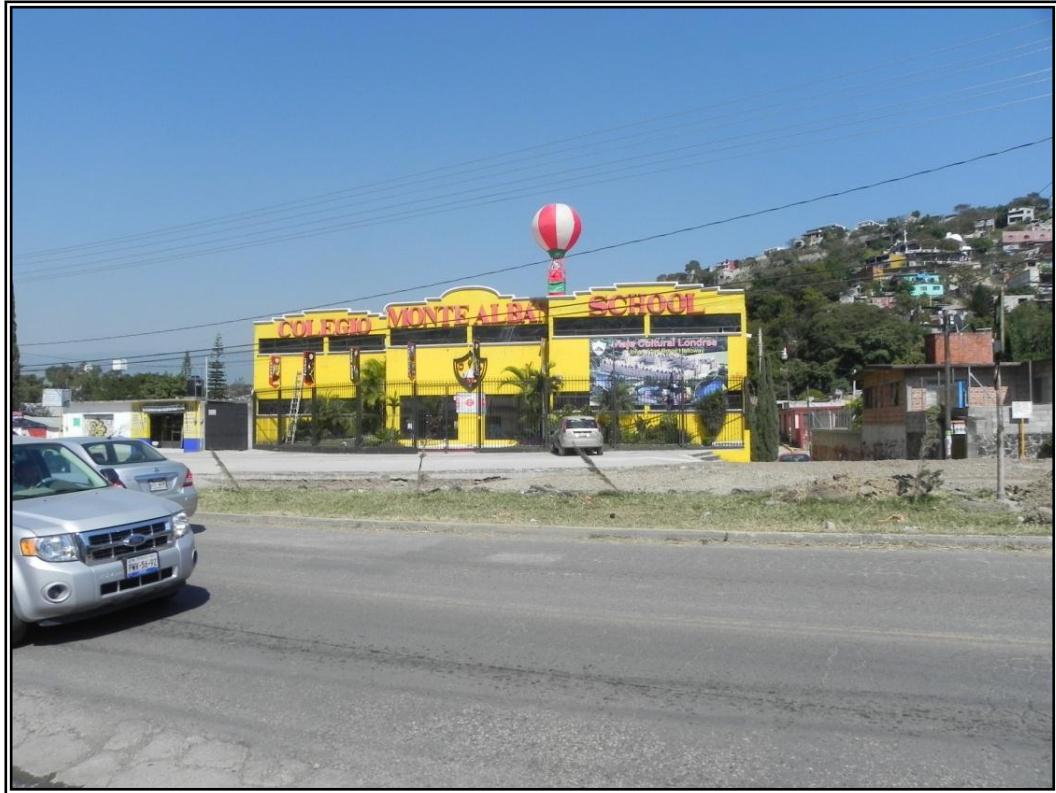


Foto 8. Universidad Politécnica (18° 53' 26.85" N - 99° 08' 24.57" O).





**Foto 9.** Gasolinera No. 6904 ( $18^{\circ} 53' 33.97''$  N -  $99^{\circ} 07' 46.51''$  O).



**Foto 10.** Colegio Monte Alban ( $18^{\circ} 53' 20.93''$  N -  $99^{\circ} 07' 32.13''$  O).



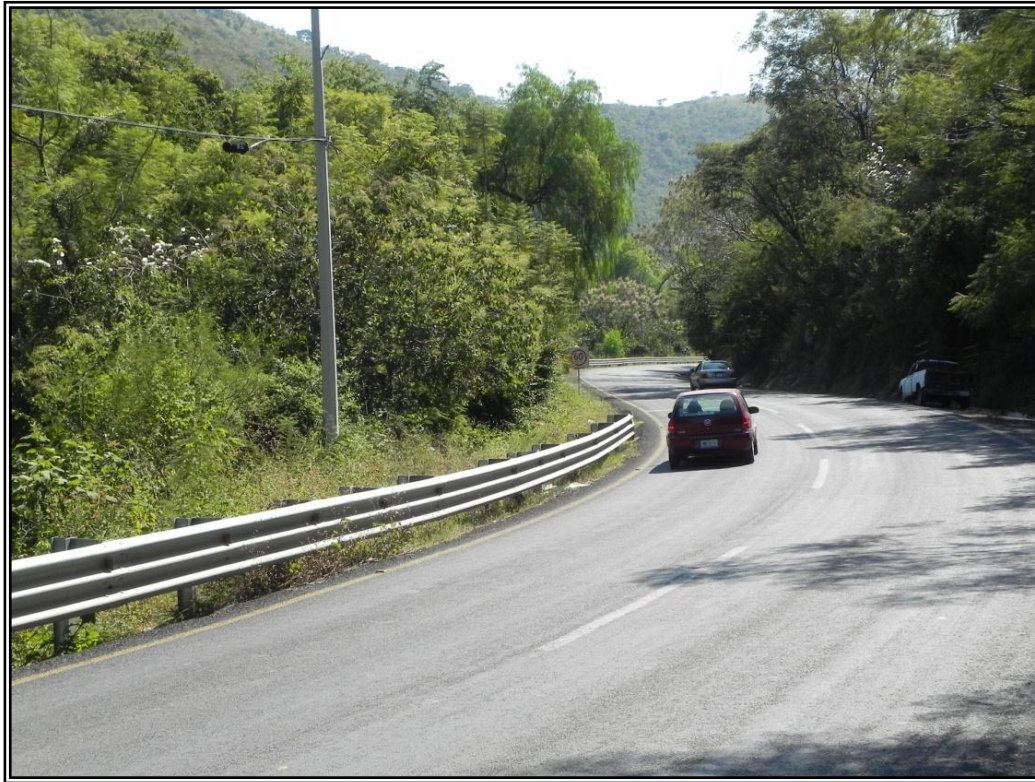


Foto 11. Carretera Federal No. 160.



Foto 12. Derecho de vía de la carretera Federal No. 160, dentro del cual se instalará





el gasoducto principal.



**Foto 13.** Derecho de vía de la carretera Federal No. 160, dentro del cual se instalará el gasoducto principal.







**Foto 14.** Derecho de vía de la carretera Federal No. 160, dentro del cual se instalará el gasoducto principal.



**Foto 15.** Derecho de vía de la carretera Federal No. 160, dentro del cual se instalará el gasoducto principal.



**Foto 16.** Derecho de vía de la carretera Federal No. 160, dentro del cual se instalará el gasoducto principal.







**Foto 17.** Estación de Gas Carburación ( $18^{\circ} 51' 19.75''$  N -  $99^{\circ} 06' 39.45''$  O).



**Foto 18.** Cruce Pluvial ( $18^{\circ} 51' 29.39''$  N -  $99^{\circ} 06' 17.93''$  O).



**Foto 19.** Cruce del Río Yautepec ( $18^{\circ} 52' 15.30''$  N -  $99^{\circ} 04' 15.82''$  O).



**Foto 20.** Gasolinera No. 5227 ( $18^{\circ} 52' 15.14''$  N -  $99^{\circ} 04' 07.91''$  O).



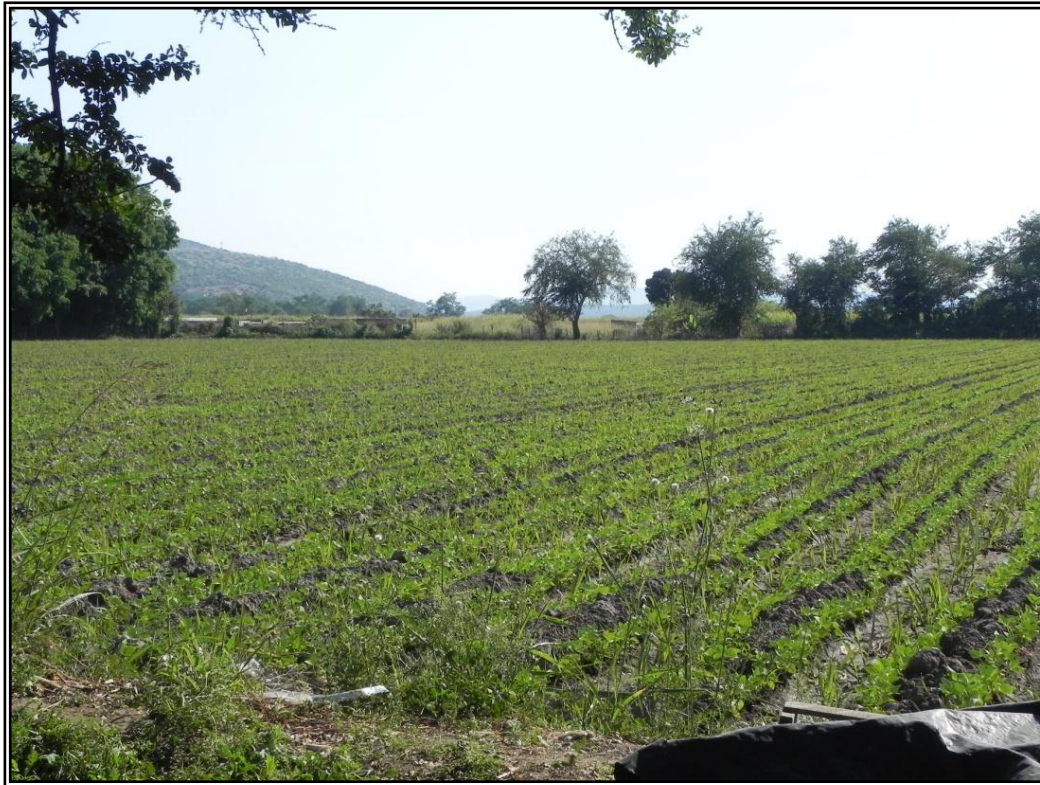


Foto 21. Gasolinera ( $18^{\circ} 52' 27.96''$  N -  $99^{\circ} 03' 24.55''$  O).





**Foto 22.** Gasolinera No. 0453 (18° 53' 39.53" N - 99° 01' 55.59" O).



**Foto 23.** Terreno agrícola (18° 53' 38.08" N - 99° 01' 55.55" O).



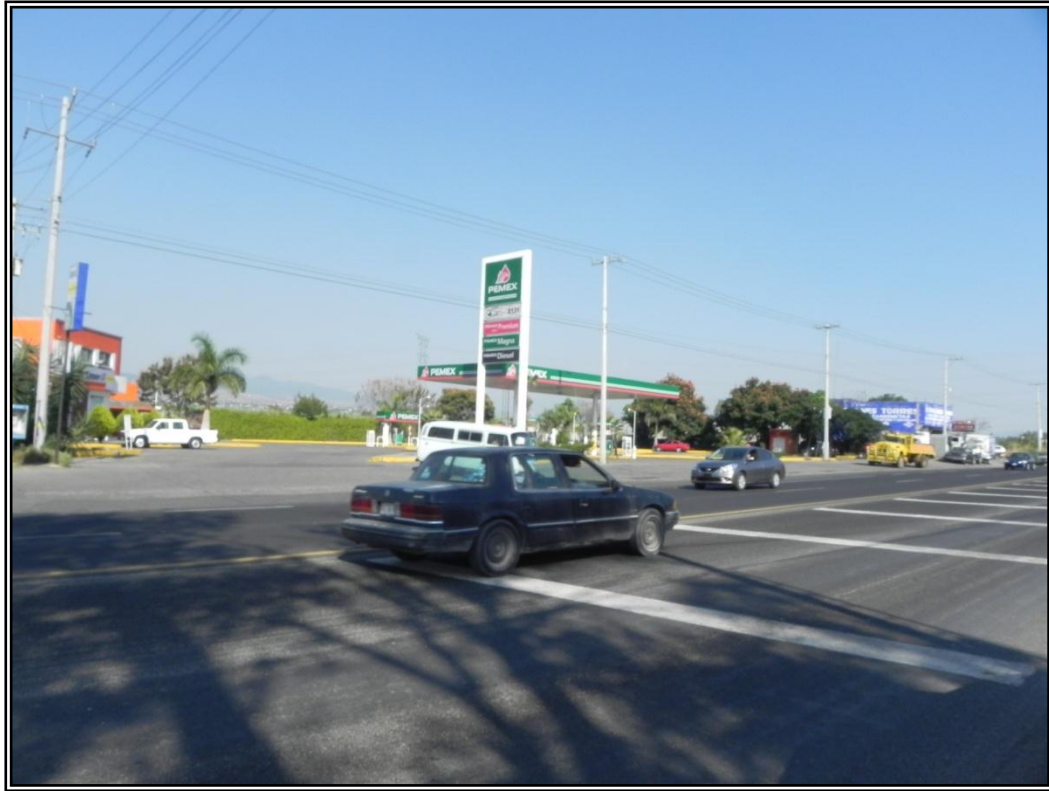


Foto 24. Estación de carburación de Gas L.P. ( $18^{\circ} 53' 39.63''$  N -  $99^{\circ} 00' 33.56''$  O).





**Foto 25.** Cruce de Arroyo ( $18^{\circ} 53' 40.84''$  N -  $99^{\circ} 00' 36.28''$  O).



**Foto 26.** Gasolinera No. 8130 ( $18^{\circ} 53' 17.14''$  N –  $98^{\circ} 59' 49.11''$  O)



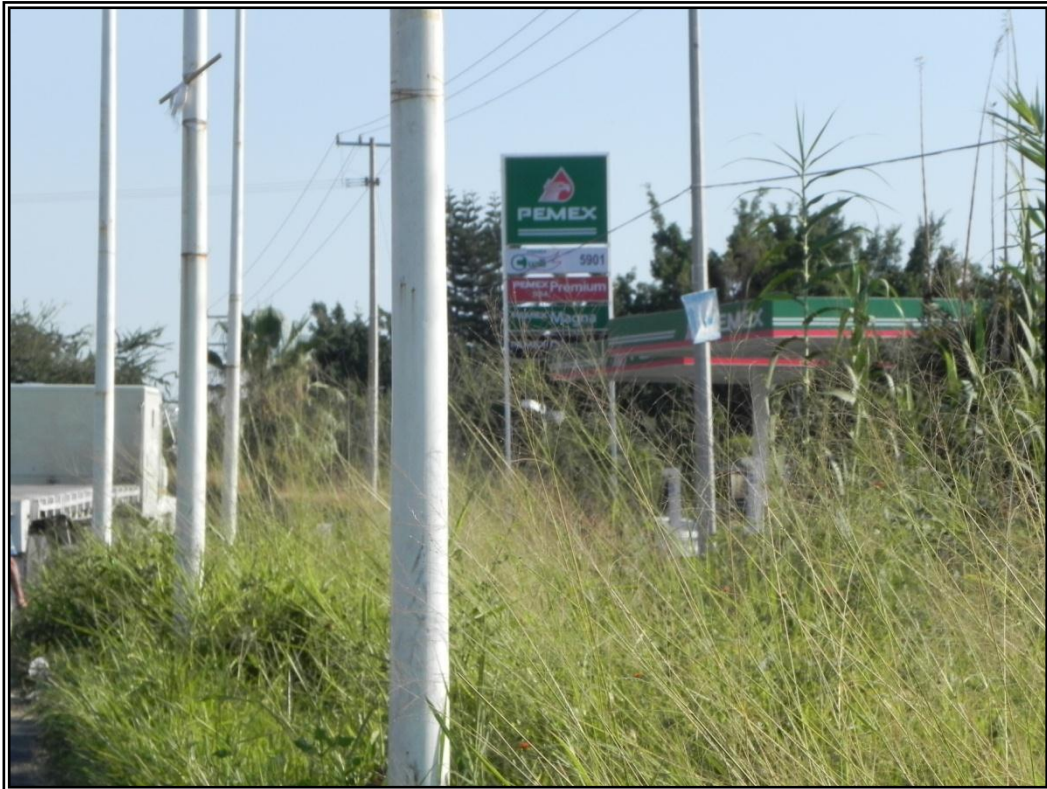


Foto 27. Cruce con el Río Yautepec. ( $18^{\circ} 53' 55.21''$  N -  $98^{\circ} 58' 46.45''$  O).





**Foto 28.** Cruce de arroyo ( $18^{\circ} 53' 29.90''$  N –  $98^{\circ} 58' 26.75''$  O)



**Foto 29.** Gasolinera No. 5901. ( $18^{\circ} 53' 28.39''$  N -  $98^{\circ} 58' 26.13''$  O).



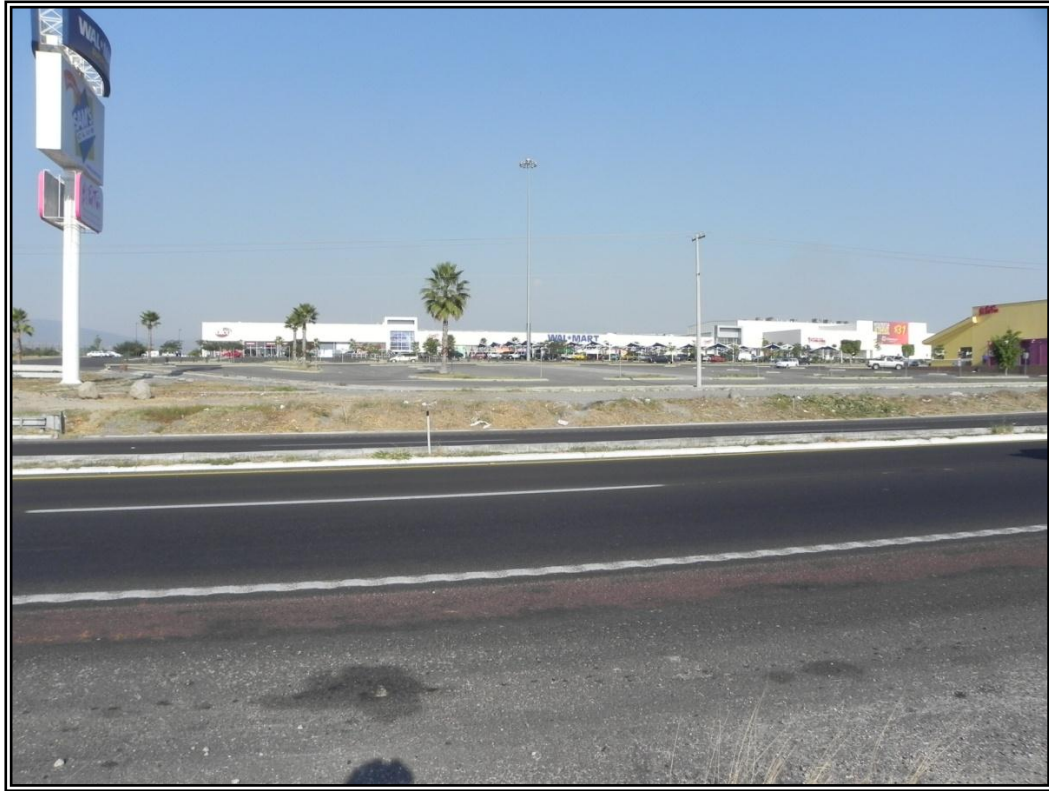


Foto 30. Cruce con el Río Yautepec ( $18^{\circ} 52' 51.43''$  N –  $98^{\circ} 57' 52.36''$  O).





**Foto 31.** Cruce de Arroyo. ( $18^{\circ} 52' 06.82''$  N -  $98^{\circ} 57' 11.24''$  O).

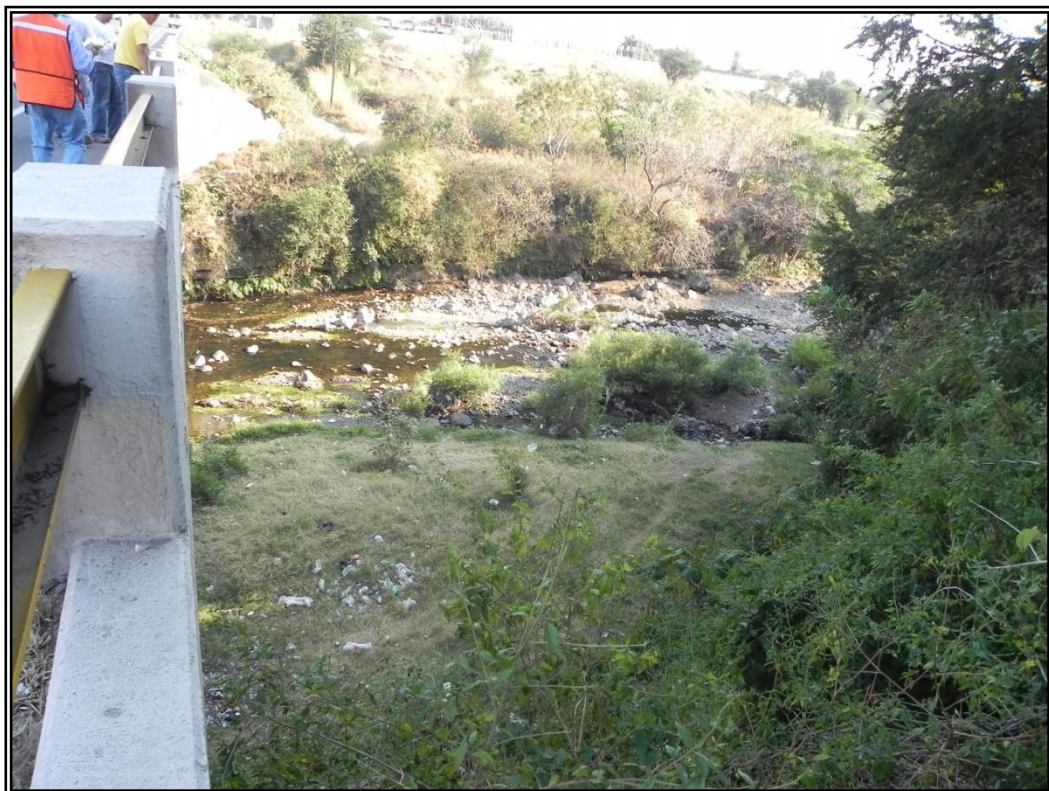


**Foto 32.** Establecimientos comerciales ( $18^{\circ} 52' 04.40''$  N –  $98^{\circ} 57' 06.17''$  O)





Foto 33. Gasolinera No. 6621. ( $18^{\circ} 51' 01.15''$  N -  $98^{\circ} 56' 07.29''$  O).





**Foto 34.** Río Cuautla ( $18^{\circ} 50' 51.02''$  N –  $98^{\circ} 55' 56.64''$  O)



**Foto 35.** Subestación eléctrica. ( $18^{\circ} 50' 47.03''$  N -  $98^{\circ} 55' 53.26''$  O).





Foto 36. Cruce con vías del Ferrocarril ( $18^{\circ} 50' 42.43''$  N –  $98^{\circ} 55' 47.78''$  O)





**Foto 37.** Cruce con Río Fondo Rocoso. ( $18^{\circ} 50' 25.48''$  N -  $98^{\circ} 55' 31.84''$  O).



**Foto 38.** Cruce con puente vehicular ( $18^{\circ} 50' 12.03''$  N –  $98^{\circ} 55' 25.44''$  O).





**Foto 39.** Gasolinera No.7930 ( $18^{\circ} 49' 11.69''$  N -  $98^{\circ} 55' 09.98''$  O).



**Foto 40.** Gasolinera No.8020 ( $18^{\circ} 50' 12.03''$  N -  $98^{\circ} 55' 25.44''$  O).

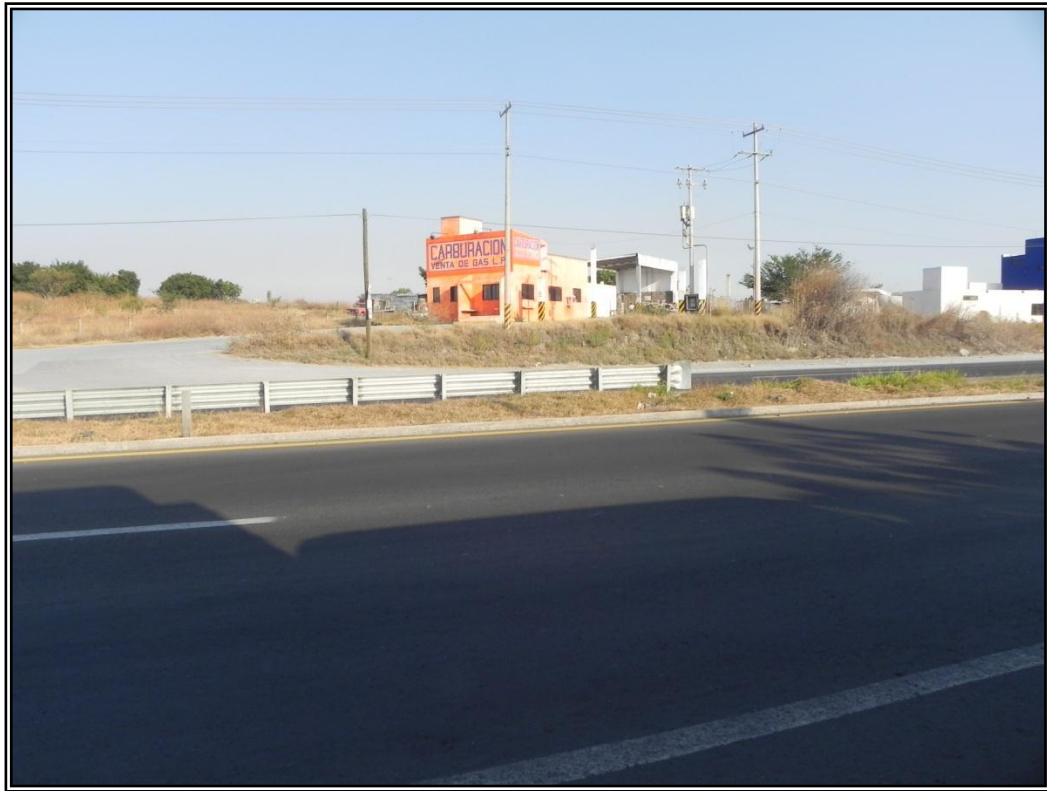


Foto 41. Estación de Carburación de Gas L.P. ( $18^{\circ} 48' 45.71''$  N -  $98^{\circ} 54' 57.91''$  O).



Foto 42. Gasolinera No.9447 (18° 46' 59.34" N – 98° 54' 11.73" O).







**Foto 43.** Derecho de vía de la carretera Federal No. 115.



**Foto 44.** Cruce de arroyo. Puente los Guayabos (18° 46' 48.65" N – 98° 54' 02.92" O).



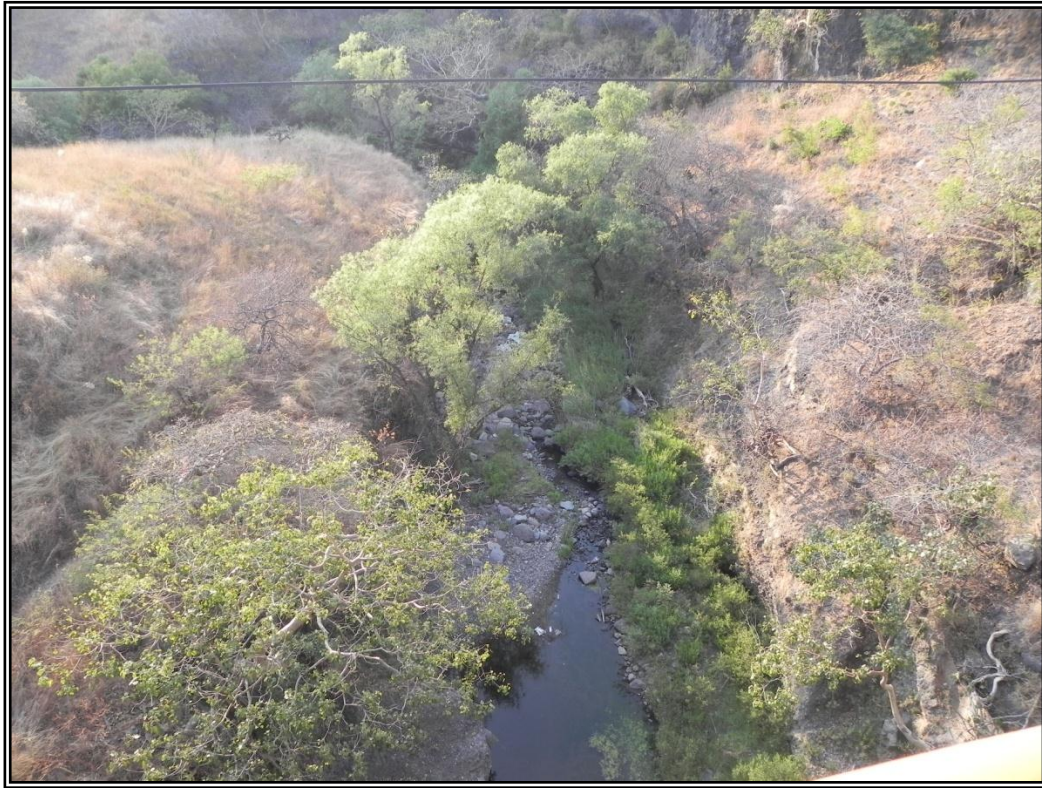


Foto 45. Cruce de Arroyo. Puente los Papayos ( $18^{\circ} 46' 31.12''$  N –  $98^{\circ} 53' 51.11''$  O).

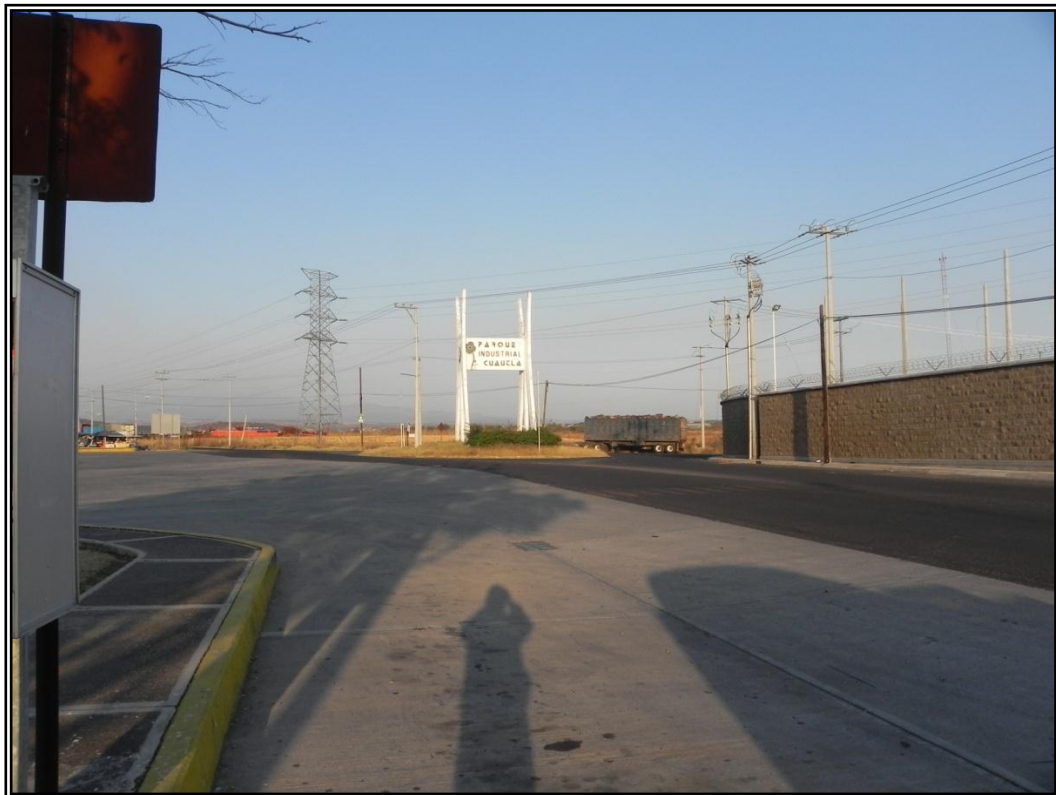




Foto 46. Entrada al Parque Industrial Cuautla.



Foto 47. Subestación eléctrica (18° 46' 48.65" N – 98° 54' 02.92" O).