



MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

EL CONTENIDO DE ESTE ARCHIVO NO PODRÁ SER ALTERADO O MODIFICADO TOTAL O PARCIALMENTE, TODA VEZ QUE PUEDE CONSTITUIR EL DELITO DE FALSIFICACIÓN DE DOCUMENTOS DE CONFORMIDAD CON EL ARTÍCULO 244, FRACCIÓN III DEL CÓDIGO PENAL FEDERAL, QUE PUEDE DAR LUGAR A UNA SANCIÓN DE **PENA PRIVATIVA DE LA LIBERTAD** DE SEIS MESES A CINCO AÑOS Y DE CIENTO OCHENTA A TRESCIENTOS SESENTA DÍAS MULTA.

DIRECCION GENERAL DE
IMPACTO Y RIESGO
AMBIENTAL

CAPÍTULO I

DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

ÍNDICE

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	I-1
I.1. Datos generales del proyecto	I-1
I.1.1. Nombre del proyecto	I-1
I.1.2. Ubicación del proyecto	I-1
I.1.3. Dimensiones del proyecto	I-3
I.2. Datos generales del promovente	I-5
I.2.1. Nombre o Razón social.....	I-5
I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes (RFC)	I-5
I.2.3. Nombre del representante legal.....	I-5
I.2.4. Cargo del representante legal.....	I-5
I.2.5. RFC del representante legal	I-5
I.2.6 CURP del representante legal	I-5
I.2.7. Dirección del promovente para recibir u oír notificaciones	I-5
I.3 Datos Generales del Consultor Responsable que elaboró el Estudio de Impacto Ambiental	I-6
I.3.1. Nombre o Razón Social	I-6
I.3.2. Registro Federal de Contribuyentes	I-6
I.3.3. Nombre del responsable técnico de la elaboración del estudio.....	I-6
I.3.4. RFC del responsable técnico de la elaboración del estudio.....	I-6
I.3.5. CURP del responsable técnico de la elaboración del estudio.	I-6
I.3.6. Cédula profesional del responsable técnico de la elaboración del estudio	I-6
I.3.7. Dirección del responsable del estudio	I-6

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I. 1 Coordenadas UTM del proyecto.	I-2
Tabla I. 2. Superficies del proyecto.	I-3

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura I.1. Ubicación del proyecto a nivel regional.....	I-1
Figura I.2. Ubicación del proyecto a nivel local.	I-2
Figura I.3. Vista del Cuerpo Derecho del Viaducto Elevado Tepalcapa hacia el Circuito Exterior Mexiquense.	I-4
Figura I.4. Vista del Cuerpo Izquierdo del Viaducto Elevado Tepalcapa hacia el Circuito Exterior Mexiquense.....	I-4

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

I.1. Datos generales del proyecto

I.1.1. Nombre del proyecto

“Viaducto Elevado Tepalcapa – Circuito Exterior Mexiquense”.

I.1.2. Ubicación del proyecto

El proyecto “Viaducto Elevado Tepalcapa – Circuito Exterior Mexiquenses”, se localiza en los municipios de Tultitlán de Mariano Escobedo y Cuautitlán Izcalli, en el estado de México.

A continuación se presenta el mapa de localización del proyecto en el ámbito regional y local.

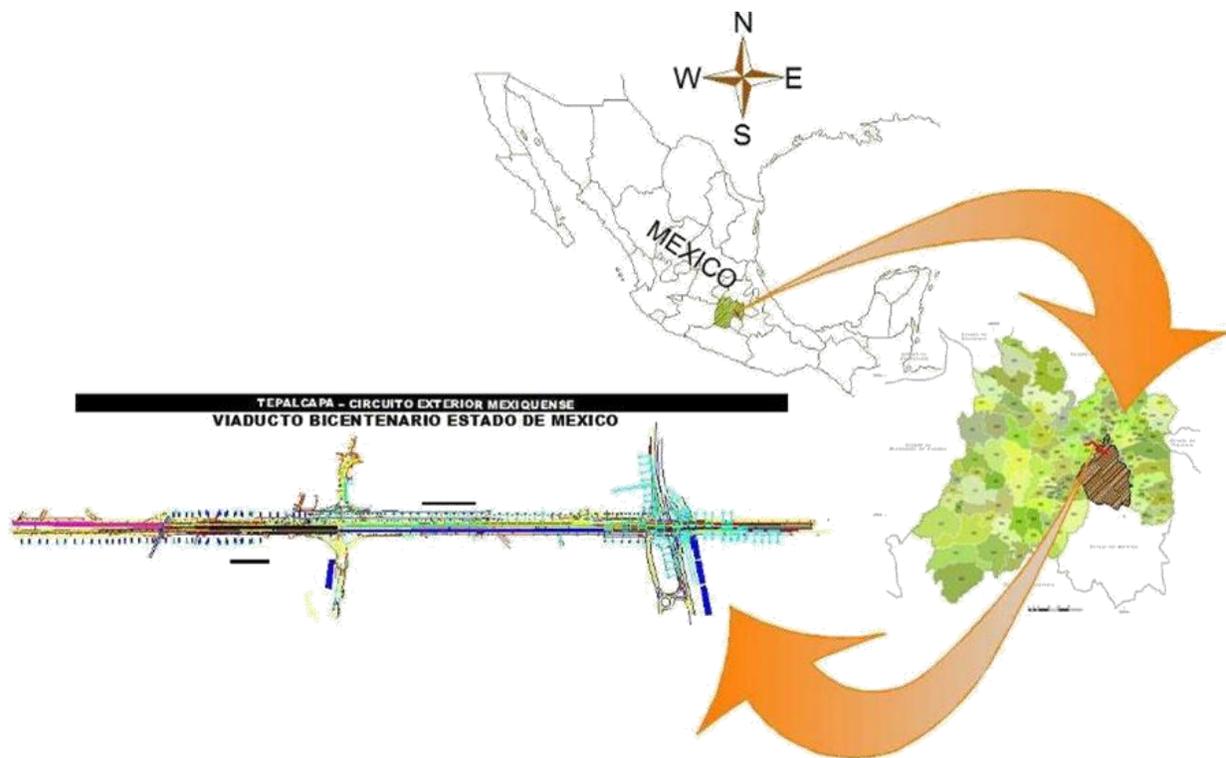


Figura I.1. Ubicación del proyecto a nivel regional.

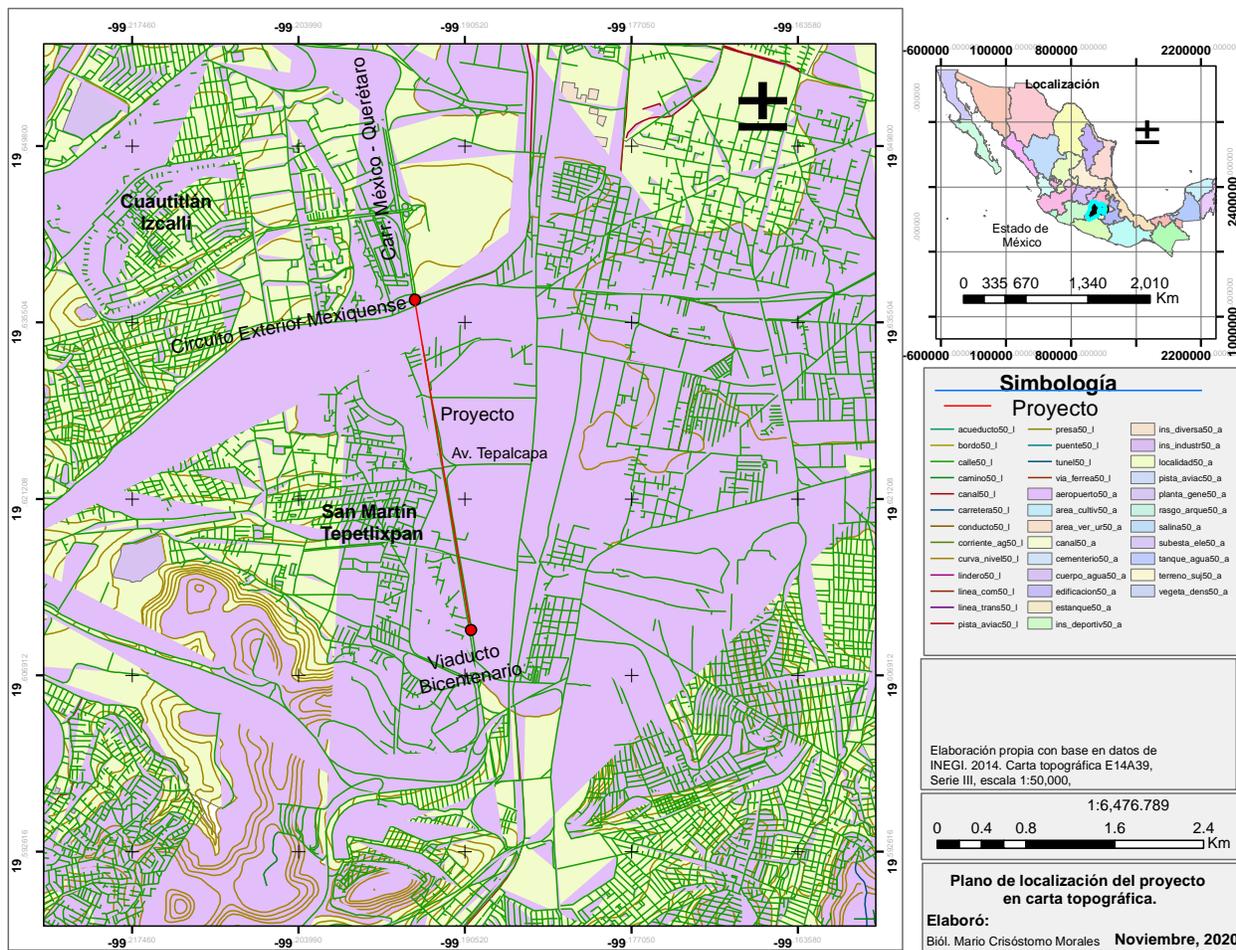


Figura I.2. Ubicación del proyecto a nivel local.

El Viaducto Elevado Tepalcapa - Circuito Exterior Mexiquense, iniciara su trazado sobre la Autopista México - Querétaro a la altura de la Av. Miguel Hidalgo y continuando con dirección al Norte cruzara la vialidad Av. Camino a Tepalcapa hasta llegar al Circuito Exterior Mexiquense en donde se interconectara con esta vialidad; con la finalidad de unir con fluidez estas vialidades para interconectar la zona Centro, Norte, Oriente y Poniente del Estado de México; beneficiará principalmente a más de 80 mil habitantes provenientes de diferentes localidades, así como a los 10 mil usuarios que circulan por la zona en ambos sentidos y que la atraviesan por diferentes motivos, siendo estos de largo y corto itinerario.

El proyecto se localiza entre las coordenadas extremas UTM presentes en el siguiente cuadro.

Tabla I. 1 Coordenadas UTM del proyecto.

Coordenadas UTM, DATUM WGS84, ZONA 14Q		
Vértice	X	Y
1	479218.382	2168992.78
2	479218.382	2172167.43
3	480226.3253	2172167.43
4	480226.3253	2168992.78

I.1.3. Dimensiones del proyecto

En la siguiente tabla se resumen las dimensiones de los puentes:

Tabla I. 2. Superficies del proyecto.

Estructura	Longitud (m)	Ancho del viaducto (m)	Superficie total (m ²)	Superficie total (Ha)
VET-CEM	1600	12.65	20240.0	2.024

Ver planos de superficies en **Anexo 3**.



Figura I.3. Vista del Cuerpo Derecho del Viaducto Elevado Tepalcapa hacia el Circuito Exterior Mexiquense.



Figura I.4. Vista del Cuerpo Izquierdo del Viaducto Elevado Tepalcapa hacia el Circuito Exterior Mexiquense.

I.2. Datos generales del promovente

I.2.1. Nombre o Razón social

Sistema de Autopistas, Aeropuertos, Servicios Conexos y Auxiliares del Estado de México (SAASCAEM).

En **Anexo 1** se presenta el documento legal de la personalidad de la SAASCAEM.

I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes (RFC)

R.F.C: SAA010404J86.

En **Anexo 1** se presenta el R.F.C.

I.2.3. Nombre del representante legal

En **Anexo 1** se presenta el nombramiento de representante legal.

I.2.4. Cargo del representante legal

Director General del **Sistema de Autopistas, Aeropuertos, Servicios Conexos y Auxiliares del Estado de México** (SAASCAEM).

I.2.5. RFC del representante legal

En **Anexo 1** se presenta el RFC del representante legal.

I.2.6 CURP del representante legal

En **Anexo 1** se presenta el CURP del representante legal.

I.2.7. Dirección del promovente para recibir u oír notificaciones

saascaem@edomex.gob.mx

I.3 Datos Generales del Consultor Responsable que elaboró el Estudio de Impacto Ambiental

I.3.1. Nombre o Razón Social

Prodesam Consultores Ambientales, S. C.

I.3.2. Registro Federal de Contribuyentes

R.F.C.: PCA080318AU7.

I.3.3. Nombre del responsable técnico de la elaboración del estudio

[REDACTED]

I.3.4. RFC del responsable técnico de la elaboración del estudio

[REDACTED].

I.3.5. CURP del responsable técnico de la elaboración del estudio.

[REDACTED]

I.3.6. Cédula profesional del responsable técnico de la elaboración del estudio

[REDACTED].

En el **Anexo 2** se presenta copia del IFE, RFC, CURP y Cédula Profesional del responsable técnico de la elaboración del estudio.

Personal participante

[REDACTED]

I.3.7. Dirección del responsable del estudio

[REDACTED]

CAPÍTULO II

**DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES
PARCIALES DE DESARROLLO**

ÍNDICE

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	II-1
II.1. Información general del proyecto	II-1
II.1.1 Objetivos y Justificación	II-3
II.1.2 Ubicación Física y dimensiones del proyecto	II-4
II.1.3 Inversión requerida	II-9
II.1.4 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos	II-10
II.2. Características particulares del proyecto	II-10
II.2.1 Programa de trabajo	II-15
II.2.2 Representación gráfica regional	II-17
II.2.3 Representación gráfica local	II-18
II.2.4 Dimensiones del Proyecto	II-19
II.2.5 Características del área del proyecto	II-20
II.2.6 Programación	II-20
II.2.7 Estudios de campo y gabinete.....	II-21
II.2.8 Preparación del sitio y construcción	II-21
II.2.9 Operación y mantenimiento	II-29
II.2.10 Utilización de explosivos.....	II-30
II.2.11 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera	II-30
II.2.12 . Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos	II-30

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla II. 1 Coordenadas UTM del proyecto.	II-7
Tabla II. 2 Superficies del proyecto	II-9
Tabla II. 3 Inversión para medidas de mitigación	II-9
Tabla II. 4 Cronograma de trabajo.	II-16
Tabla II. 5 Superficies del proyecto.	II-19
Tabla II. 6 Superficies del proyecto.	II-19
Tabla II. 7 Programa de trabajo.....	II-20
Tabla II. 8 Cantidades de maquinaria para la construcción.	II-27
Tabla II. 9 Cantidades de personal contratado para cada una de las etapas del proyecto.	II-29
Tabla II. 10 Infraestructura para residuos	II-30

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura II. 1 Localización del proyecto en Plano topográfico	II-4
Figura II. 2 Localización del proyecto en plano de municipios.	II-5
Figura II. 3 Localización regional del proyecto.	II-6
Figura II. 4. Perfil de la Conexión VET-CEM.....	II-8
Figura II. 5. Perfil de la Conexión VET-CEM.....	II-8
Figura II. 6 Plano conceptual de la Conexión VET-CEM.	II-11
Figura II. 7. Plano conceptual de la Conexión VET-CEM.	II-12
Figura II. 8 Vista del cuerpo derecho del Viaducto Elevado Tepalcapa hacia el Circuito Exterior Mexiquense.	II-13
Figura II. 9 Vista de árboles y zona con pasto en el camellón del cuerpo derecho del Viaducto Elevado Tepalcapa hacia el Circuito Exterior Mexiquense.	II-13
Figura II. 10 Vista de árboles y zona con pasto en el camellón del cuerpo derecho del Viaducto Elevado Tepalcapa hacia el Circuito Exterior Mexiquense.	II-13

Figura II. 11 Vista del cuerpo izquierdo del Viaducto Elevado Tepalcapa hacia el Circuito Exterior Mexiquense.....	II-14
Figura II. 12 Vista de árboles y zona con pasto en el camellón del cuerpo izquierdo del Viaducto Elevado Tepalcapa hacia el Circuito Exterior Mexiquense.	II-14
Figura II. 13 Vista de árboles y zona con pasto y el entronque con el Circuito Exterior Mexiquense.....	II-14
Figura II. 14 Localización regional del proyecto.....	II-17
Figura II. 15 Ubicación del proyecto en plano topográfico.....	II-18

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1. Información general del proyecto

Debido al incremento de las zonas suburbanas, o de la misma mancha urbana y a la fuerte demanda de un sistema vial que satisfaga las necesidades viales y de transporte, para la zona que se ubica al Norte de la zona Metropolitana del Valle de México, entre los límites de los municipios de Cuautitlán Izcalli y Tultitlan, pertenecientes al Estado de México, al Norte de la Ciudad de México, así como su corta forma de intercomunicarse entre sí y comunidades circunvecinas, se adiciona un tramo del Viaducto Elevado del Estado de México, que dé solución al tránsito de los vehículos que utilizan las rutas que convergen sobre la Autopista México - Querétaro y se dirigen al Norte, teniendo como destinos las entidades de Querétaro e Hidalgo, a través de esta vialidad principal; siendo esta una importante zona homogénea integrada por municipios cuya interrelación se caracteriza por una fuerte vinculación de actividades comerciales y de servicios especializados, debido a que entre ellos existen flujos de mercancías y personas.

Actualmente se tiene vialidades a nivel que alivia los problemas de congestionamiento vial en la zona y colonias circunvecinas, pero debido a la demanda desigual que se tiene en los ramales y al entrecruce que se genera, se reduce considerablemente la velocidad de los vehículos circulantes en la zona, además de volverse inseguro el paso vehicular, provocando un nodo de conflicto vial, lo cual conlleva a una pérdida de tiempo y una contribución al tráfico, debido al intenso tránsito local que se genera en la zona.

La principal característica que identifica a esta zona, es que se tienen muy importantes flujos vehiculares en vialidades primarias, provocado en parte por la contribución de los vehículos de paso, transportando bienes y personas, desde diferentes puntos del Área Metropolitana del Valle de México, debido a la centralidad de esta zona y a la importancia de estas vialidades, con sus orígenes y destinos, presentando en horas pico su saturación, Particularmente de la Autopista México-Querétaro, que incide en dificultar el tránsito, así como los accesos y salidas de la zona, además de un elevado uso en forma intensiva del transporte público y particular, lo cual propicia una comunicación interna inadecuada conforme a la estructura vial existente, si bien internamente la estructura secundaria permite mayor movilidad. Asimismo, se destaca la cercanía de la Ciudad de México y de zonas comerciales muy importantes; resaltando también en cuanto a actividades y superficies que ocupan las instalaciones de equipamiento urbano de cobertura regional, que generan una carga vehicular adicional muy importante, saturando las vialidades principales, provocando un tránsito intenso y congestionamientos viales importantes, lo anterior se debe a que la infraestructura existente ha sido rebasado, no permitiendo la continuidad del flujo en las vialidades y que para lograrlo se requeriría de una inversión muy importante, tanto para dar continuidad a las mismas como para proteger el medio ambiente, de tal modo que la operación del viaducto, tiene como finalidad aumentar el nivel de servicio que actualmente se tiene en la zona y no interrumpir el flujo del tráfico entre otras rutas de tránsito cuando se cruzan entre sí.

De esta manera surge la necesidad de cruzar la zona en conflicto a través de un viaducto elevado, sin afectar el movimiento que se tiene actualmente en la zona, además de interconectar de forma directa y de una manera segura la zona en cuestión; con esto ayuda a resolver la problemática de conectividad y congestionamiento vial en la zona, así como garantizar la seguridad de los usuarios que cruzan la zona, dando solución además a la problemática de tránsito de los vehículos que utilizan las rutas que convergen en dicha zona.

La continuidad de Viaducto Elevado Tepalcapa - Circuito Exterior Mexiquense. Plantea la necesidad de resolver los problemas de interconexión y congestión generados en la zona en cuestión.

También cabe destacar que durante el periodo de ampliación y construcción del viaducto elevado, se procurara que no se vea afectada la actividad comercial que se tiene en la zona, beneficiando así a las comunidades cercanas a la obra.

Asimismo, el 27 de octubre de 2020 se publicó en el Diario Oficial de la Federación (DOF-27-10-2020), el CONVENIO de Colaboración y Coordinación de Acciones que celebran la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y el Estado de México, con el objeto de conservar, reconstruir y ampliar los tramos Periférico Manuel Ávila Camacho desde el Toreo de Cuatro Caminos en Naucalpan a Valle Dorado en Tlalnepantla (km. 23+000 de la Autopista México-Querétaro) y del km. 23+000 al km. 44+000 de la Autopista México-Querétaro, en Tepetzotlán (Tepalcapa), Estado de México.

Dicho convenio a la letra dice:

7o. A fin de reacondicionar el Periférico Norte y parte de su prolongación con la Autopista México-Querétaro en territorio del Estado de México, desde el Toreo de Cuatro Caminos hasta Tepetzotlán, utilizando su actual derecho de vía para incrementar su capacidad vehicular mediante la construcción de un viaducto elevado que suministre seis carriles de circulación adicionales con características de vialidad de altas especificaciones con cobro de peaje, “EL GEM” publicó el 23 de octubre de 2007 en la “Gaceta del Gobierno” la Convocatoria de la Licitación pública No. SCEM-CCA-01-07, para el otorgamiento de la Concesión para la construcción, explotación, operación, conservación y mantenimiento del viaducto elevado en los tramos: Periférico Manuel Ávila Camacho desde el Toreo de Cuatro Caminos en Naucalpan a Valle Dorado en Tlalnepantla (Km. 23+000 de la Autopista México-Querétaro) y del Km. 23+000 al km. 44+000 de la Autopista México-Querétaro, en Tepetzotlán (Tepalcapa).

TERCERA. OBLIGACIONES A CARGO DE “EL GEM”. Al amparo del presente Convenio, “EL GEM” continuará a cargo de los tramos a que se refiere la Cláusula Primera, para lo cual deberá cumplir con las siguientes obligaciones:

g. Coadyuvar, desarrollar y dirigir las acciones que resulten necesarias y que permitan la interconexión del denominado Viaducto Bicentenario con el Sistema Carretero del Oriente del Estado de México (Circuito Exterior Mexiquense), para atender la conectividad que requiere el Aeropuerto Internacional Felipe Ángeles con el sistema aeroportuario del centro del país con calidad, eficacia y eficiencia, que genere sinergias en beneficio de la sociedad.

CUARTA. OBLIGACIONES A CARGO DE “LA SECRETARÍA”. Para llevar a cabo el objeto del presente convenio, “LA SECRETARÍA” realizará las siguientes acciones:

a. Proporcionar a “EL GEM” el apoyo técnico que requiera para la conservación y mantenimiento en los tramos Periférico Manuel Ávila Camacho desde el Toreo de Cuatro Caminos en Naucalpan a Valle Dorado en Tlalnepantla (km. 23+000 de la Autopista México-Querétaro) y del km. 23+000 al km. 44+000 de la Autopista México-Querétaro, en Tepalcapa, Estado de México, conforme a la normatividad aplicable, así como, en su caso, para la interconexión del denominado Viaducto Bicentenario con el Sistema Carretero del Oriente del Estado de México (Circuito Exterior Mexiquense), para atender la conectividad que requiere el Aeropuerto Internacional Felipe Ángeles con el sistema aeroportuario del centro del país.

b. Otorgar a “EL GEM” el apoyo técnico que requiera para la obtención de autorizaciones ambientales en materia federal para la conservación y mantenimiento en los tramos Periférico Manuel Ávila Camacho desde el Toreo de Cuatro Caminos en Naucalpan a Valle Dorado en Tlalnepantla (km. 23+000 de la Autopista México-Querétaro) y del km. 23+000 al km. 44+000 de la Autopista México-Querétaro, en Tepalcapa, Estado de México, así como, en su caso, para la interconexión del denominado Viaducto Bicentenario con el Sistema Carretero del Oriente del Estado de México (Circuito Exterior Mexiquense), para atender la conectividad que requiere el Aeropuerto Internacional Felipe Ángeles con el sistema aeroportuario del centro del país.

Por otra parte, de acuerdo con el Artículo 28, fracción I de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), requerirán previamente la autorización de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, (SEMARNAT), en materia de impacto ambiental, las siguientes obras y actividades:

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

Tomando en cuenta las consideraciones señaladas con anterioridad, la conexión de Viaducto Elevado Tepalcapa con el Circuito Exterior Mexiquenses (VET-CEM) proyectado, en el estado de México, corresponde a una vía general de comunicación, por lo que está sujeta a evaluación de impacto ambiental a nivel federal conforme a la LGEEPA.

Con respecto al Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA) en su artículo 5º señala que, “requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental”:

B) Vías Generales de Comunicación.

Con base en lo anterior se presenta la Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular en cumplimiento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en materia de impacto ambiental.

II.1.1 Objetivos y Justificación

Uno de los objetivos principales de la SASCAEM es el mejorar y ampliar la cobertura de la red de carreteras existente en todo el país, con el fin de brindar accesibilidad a toda la población y facilitar la interconexión entre los diferentes modos de transporte.

Para coadyuvar al cumplimiento de este objetivo, SASCAEM ha identificado un conjunto de proyectos de modernización y construcción de tramos carreteros que se han ejecutado bajo un esquema de concesión, cuyo objetivo es involucrar la participación del sector privado, con lo cual se aceleran los ritmos de realización de las obras. Dentro de este conjunto de proyectos se encuentran la construcción de la Conexión del Viaducto Bicentenario y el Circuito Exterior Mexiquense (VET-CEM).

El cual entre otras opciones de desarrollo, permitirá:

- Mejorar la conectividad de VET-CEM.
- Eliminar riesgos a las poblaciones involucradas.
- Disminuir accidentes y dar más seguridad a los usuarios.
- Generar empleos directos e indirectos bien remunerados mejorando la calidad de vida de los trabajadores.
- Mejoramiento del nivel de vida de la población del área de influencia del proyecto.
- Incrementar el desarrollo económico y social de la región.
- Facilitar el acceso a los mercados regionales y particulares.
- Reducir los tiempos de recorrido y costos de operación de los diferentes tipos de vehículos.

Coadyuvar a la ampliación, mejoramiento y reestructuración de la cobertura vial existente, conformando un sistema vial funcional a nivel local y regional, con conectividad regional.

El principal objetivo principal del proyecto “Viaducto Elevado Tepalcapa – Circuito Exterior Mexiquenses” es cruzar la zona en conflicto a través de un viaducto elevado, sin afectar el movimiento que se tiene actualmente en la zona, además de interconectar de forma directa y de una manera segura la zona en cuestión; con esto ayuda a resolver la problemática de conectividad y congestión vial en la zona, así como garantizar la seguridad de los usuarios que cruzan la zona, dando solución además a la problemática de tránsito de los vehículos que utilizan las rutas que convergen en dicha zona.

II.1.2 Ubicación Física y dimensiones del proyecto

- a) Ubicación político-administrativa, señalando, población, localidad, municipio y estado, acompañado de un mapa de ubicación.

El proyecto “Viaducto Elevado Tepalcapa – Circuito Exterior Mexiquenses” (VET-CEM), se localiza en los municipios de Tultitlán de Mariano Escobedo y Cuautitlán Izcalli, en el estado de México.

En las siguientes figuras se presentan los planos topográficos y municipios con la localización del proyecto, colindante con las poblaciones de San Martín Tepetitlpan, Tepalcapa y Cuautitlán Izcalli.

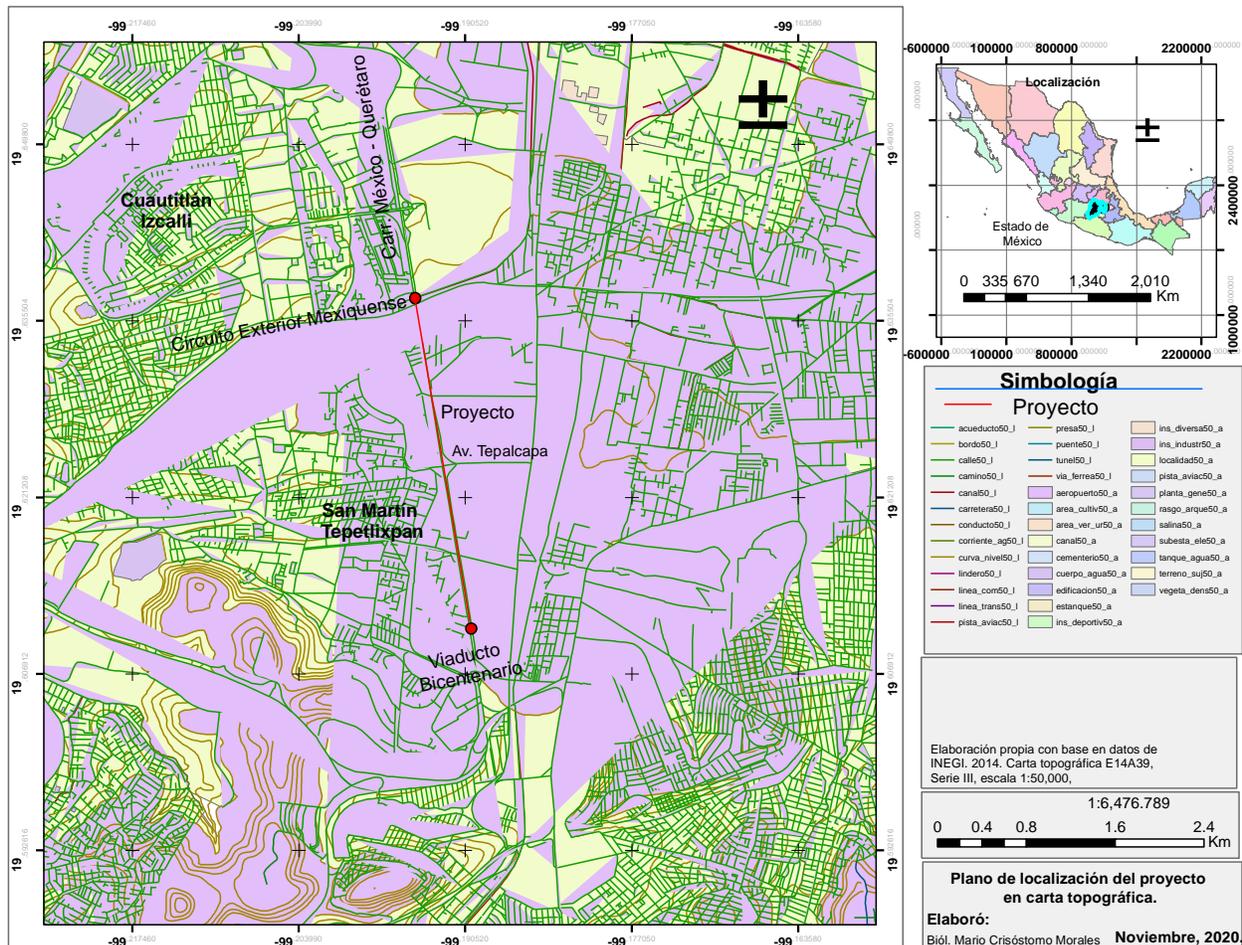


Figura II. 1 Localización del proyecto en Plano topográfico.

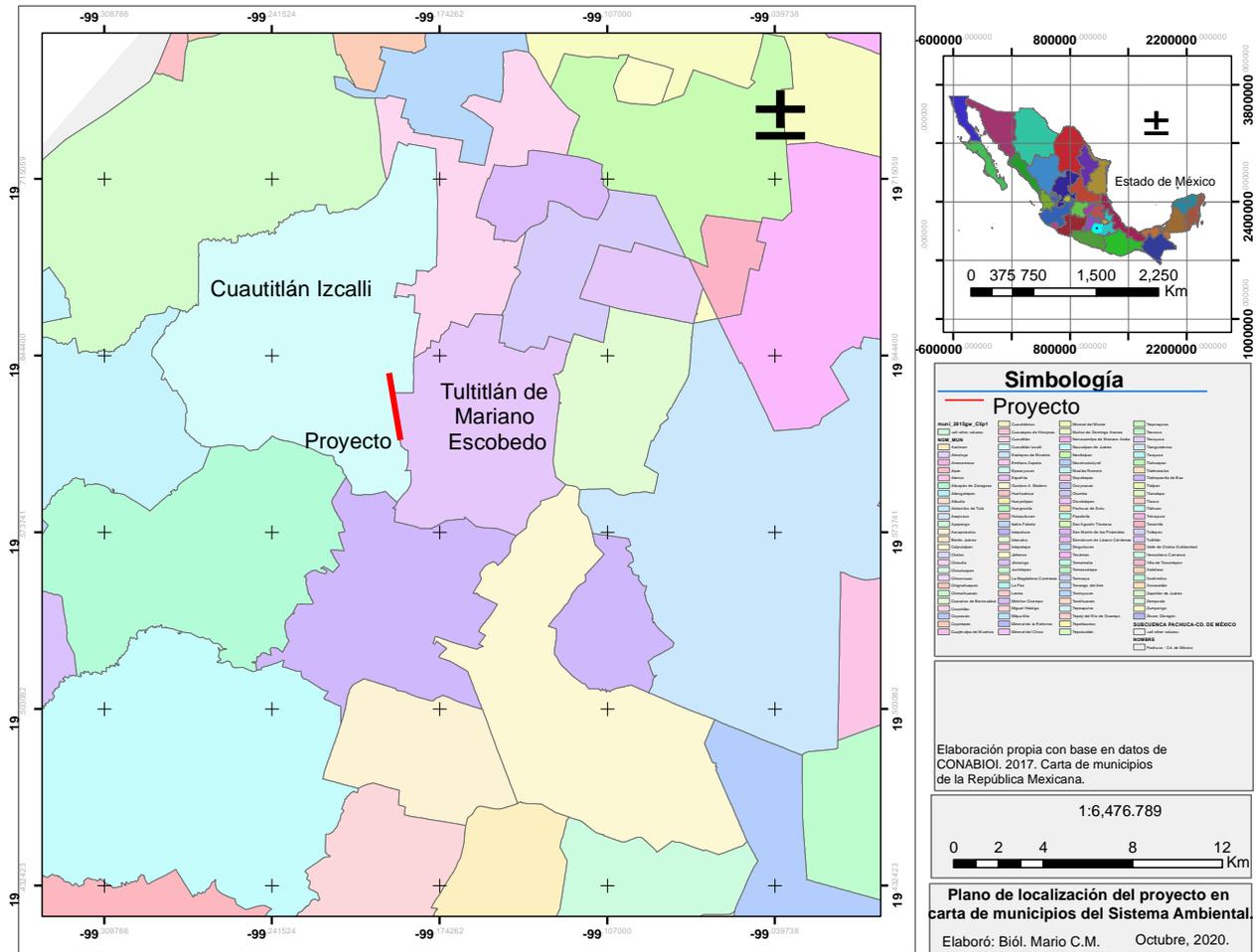


Figura II. 2 Localización del proyecto en plano de municipios.

Ver Planos temáticos en Anexo 6.

- b) Ubicar el proyecto, dentro de la región mediante las coordenadas Geográficas o UTM (especificando zona y datum), de los vértices que definen el o los polígonos que lo delimitan. Se deberán incluir las coordenadas de cada una de las obras que integran el proyecto. También deberá incluirse de forma anexa, un archivo en formato Excel con todas las coordenadas, organizándolas de forma que se pueda identificar fácilmente cuales corresponden al polígono, o trazo y así sucesivamente.

Ubicación geográfica del proyecto en el contexto regional.

La totalidad del Proyecto se ubica los municipios de Tultitlán de Mariano Escobedo y Cuautitlán Izcalli, en el Estado de México.

En la siguiente figura se muestra la localización regional del proyecto en el Estado de México.

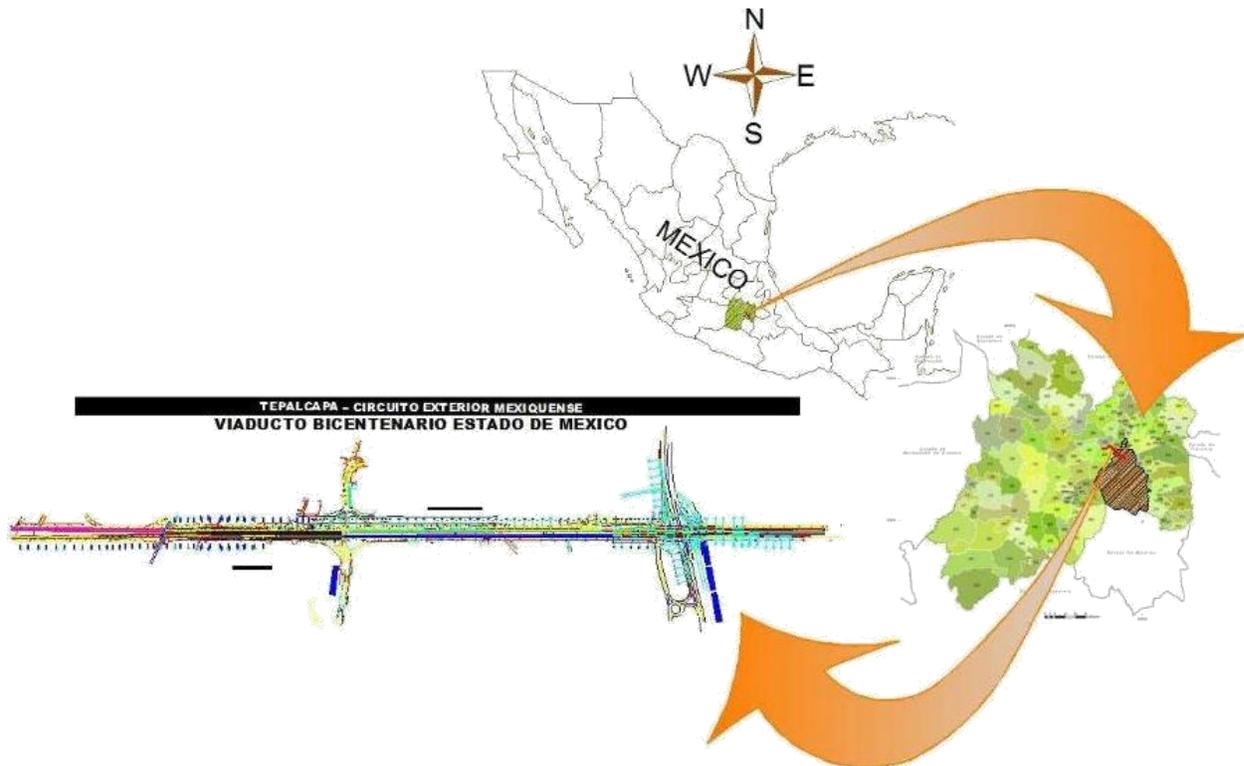


Figura II. 3 Localización regional del proyecto.

El Viaducto Elevado Tepalcapa - Circuito Exterior Mexiquense I VBEM, iniciara su trazado sobre la Autopista México - Querétaro a la altura de la Av. Miguel Hidalgo y continuando con dirección al Norte cruzara la vialidad Av. Camino a Tepalcapa hasta llegar al Circuito Exterior Mexiquense en donde se interconectara con esta vialidad (figura II.3); con la finalidad de unir con fluidez estas vialidades para interconectar la zona Centro, Norte, Oriente y Poniente del Estado de México; beneficiará principalmente a más de 80 mil habitantes provenientes de diferentes localidades, así como a los 10 mil usuarios que circulan por la zona en ambos sentidos y que la atraviesan por diferentes motivos, siendo estos de largo y corto itinerario.

El proyecto se localiza entre las coordenadas extremas UTM presentes en el siguiente cuadro.

Tabla II. 1 Coordenadas UTM del proyecto.

Coordenadas UTM, DATUM WGS84, ZONA 14Q		
Vértice	X	Y
1	479218.382	2168992.78
2	479218.382	2172167.43
3	480226.3253	2172167.43
4	480226.3253	2168992.78

En **Anexo 3.1** se presentan las coordenadas UTM del proyecto en formato Excel.

- c) Presentar un plano de conjunto del proyecto en el cual se muestra la distribución total de las obras que conforman el proyecto, a una escala que permita la visualización objetiva de los detalles, textos e imágenes.**

El Viaducto Elevado Tepalcapa - Circuito Exterior Mexiquense, con una longitud aproximada de 1.6 Km, consiste en un cuerpo elevado a base de elementos estructurales prefabricados de concreto armado, con un ancho total del viaducto de 12.65 m, para alojar tres carriles de circulación de un sentido con un ancho por carril de 3.50 m, teniendo a ambos lados el ancho de acotamiento + parapeto será de 1.05 m, con un galibo vertical libre de 5.50 m como mínimo y con una pendiente máxima de 3.5%, diseñado para una velocidad de 80 Km/h. Contará con un transfer para poder realizar la interconexión con el Circuito Exterior Mexiquense, para que en determinados horarios permita el flujo reversible.

En la siguiente figura se presenta la Conexión del Viaducto Elevado Tepalcapa con el Circuito Exterior Mexiquense (VET-CEM).

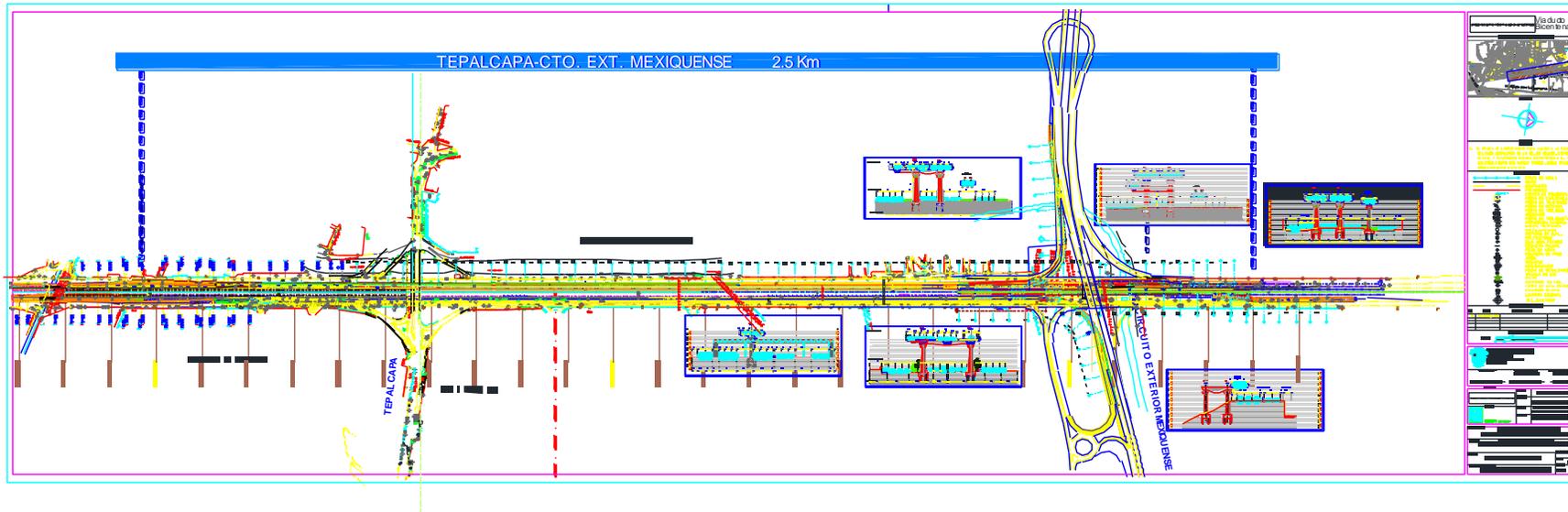


Figura II. 4. Perfil de la Conexión VET-CEM.

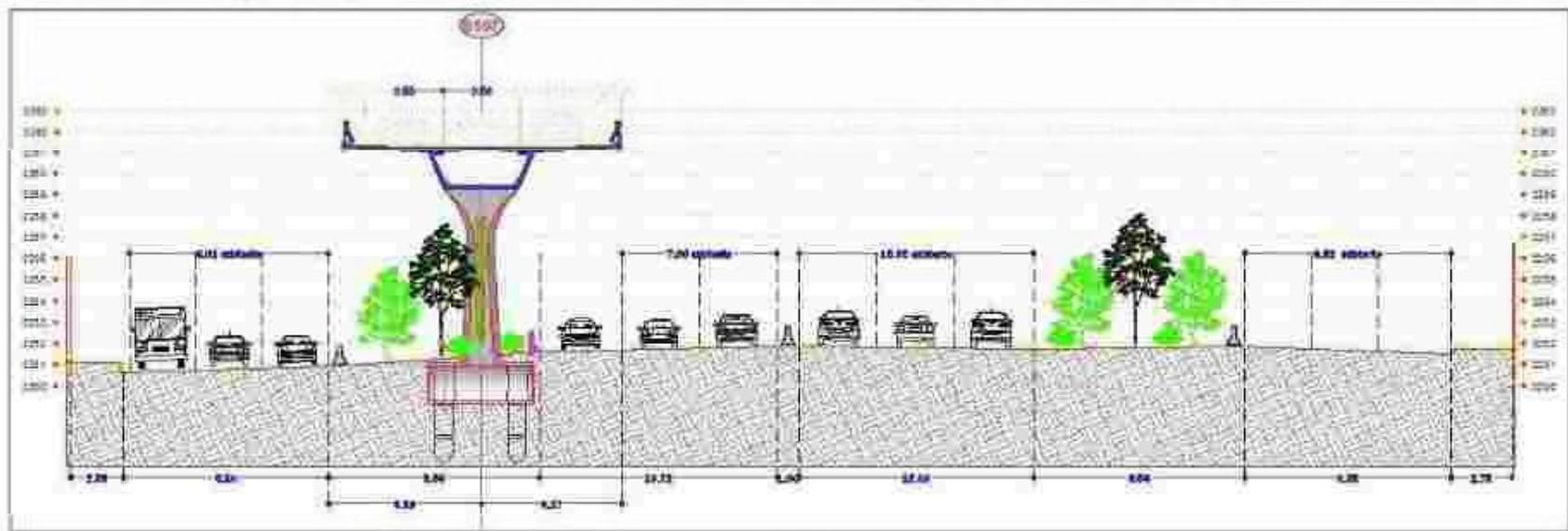


Figura II. 5. Perfil de la Conexión VET-CEM.

Además esta vialidad elevada contara con gazas elevadas de entrada y salida, conformado por elementos estructurales colados en sitio y prefabricados de concreto armado: será de un carril de un sentido de circulación, con un ancho de vialidad que va desde de 6.00 - 7.00 m, el ancho de acotamiento + parapeto será de 0.75 m en ambos extremos de la vialidad, con una pendiente máxima de 7.5%, diseñado para una velocidad entre 60 Km/h, con un galibo vertical libre de 5.50 m como mínimo.

En **Anexo 3.3** se presentan los planos con la distribución de la Conexión VET-CEM.

- d) **Presentar un plano de conjunto del proyecto donde se identifiquen de ser el caso, indicar la totalidad de las obras complementarias o asociadas, tanto de carácter temporal como permanentes, incluidos caminos de accesos, bancos de material y sitios de tiro.**

No se presentan obras complementarias, toda vez que sólo se construirán la interconexión del VET-CEM.

- e) **Así como la superficie total requerida para el proyecto, y en su caso especificar la superficie a efectuar con cobertura vegetal forestal, por tipo de comunidad vegetal existente en el sitio de ubicación de la obra o actividad (selva, manglar, tular, bosque, etc.).**

El Viaducto Elevado Tepalcapa - Circuito Exterior Mexiquense, con una longitud aproximada de 1.6 Km, consiste en un cuerpo elevado a base de elementos estructurales prefabricados de concreto armado, con un ancho total del viaducto de 12.65 m, para alojar tres carriles de circulación de un sentido con un ancho por carril de 3.50 m, teniendo a ambos lados el ancho de acotamiento + parapeto será de 1.05 m (Fig. 3), con un galibo vertical libre de 5.50 m como mínimo y con una pendiente máxima de 3.5%, diseñado para una velocidad de 80 Km/h. Contará con un transfer para poder realizar la interconexión con el Circuito Exterior Mexiquense, para que en determinados horarios permita el flujo reversible.

En el siguiente cuadro se resumen las dimensiones del proyecto.

Tabla II. 2 Superficies del proyecto.

Estructura	Longitud (m)	Ancho del viaducto (m)	Superficie total (m ²)	Superficie total (Ha)
VET-CEM	1600	12.65	20240.0	2.024

Ver planos de superficies en **Anexo 3.3**.

II.1.3 Inversión requerida

El monto estimado de inversión total del proyecto es de \$1,136,642,046.53 (Un mil ciento treinta y seis millones seiscientos cuarenta y dos mil cuarenta y seis pesos ⁵³/100 M.N.).

Por otro lado, los costos aproximados necesarios para aplicar las medidas de mitigación del proyecto se indican en el siguiente cuadro.

Tabla II. 3 Inversión para medidas de mitigación.

Inversión	Actividad	Costo \$ M. N.
Cumplimiento de condicionantes ambientales	Supervisión del Plan de vigilancia ambiental.	1,500,000.00
	Programa de reforestación	750,000.00
	Total	2,250,000.00

Ver Inversión en Anexo 3.5.

II.1.4 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

La Conexión del VET-CEM se localizan en los municipios de San Antonio Tultitlán, y Cuautitlán Izcalli, ambos cuentan con una infraestructura de servicios básicos, entre los cuales encontramos: energía eléctrica, teléfono, agua potable, drenaje, servicios médicos, escuelas, comercio y transporte.

Los servicios que se requerirán durante la construcción, son los siguientes:

Agua: Este recurso será utilizado para la compactación, elaboración de concretos, sistemas de enfriamiento de maquinaria y equipo, etc., así como para el riego de la zona donde esté la tierra suelta con la finalidad de minimizar el levantamiento de partículas. Este servicio será suministrado por pipas, las mismas que la llevarán al área del proyecto.

Materiales de construcción: Este recurso será suministrado por bancos de materiales, los cuales serán empresas subcontratadas que proporcionarán el servicio y llevarán el material al área del proyecto.

Maquinaria: Este servicio igualmente será subcontratado, es importante señalar que el mantenimiento básico (cambio de filtro, cambio de aceite, falla de los inyectores), será realizado en el área del proyecto con personal del proveedor que da servicio de la renta de la maquinaria. Si se requiere hacer una compostura la máquina en cuestión será trasladada a la empresa subcontratada y repuesta con otra de las mismas características.

Energía Eléctrica: Para la obtención de este recurso, se utilizarán plantas generadoras de energía, las cuales estarán en el área del proyecto.

Combustible: Se utilizarán camiones orquesta (camión de 3 toneladas), los cuales se abastecerán por la mañana o noche, con la finalidad de llevar el combustible necesario para el correcto funcionamiento de las máquinas en el área del proyecto, en el caso de que de que la maquinaria se encuentre en lugares cercanos, el abastecimiento será mediante las estaciones de servicio cercanas al sitio de estudio o estaciones móviles. En el caso de los lubricantes se contará con camiones de mantenimiento que surtirán de lubricantes y grasas a los equipos y maquinaria de la obra.

Agua potable: Esta será empleada principalmente para que los trabajadores beban, este recurso será puesto en dispensadores portátiles para que estén al alcance de cualquier trabajador. El líquido será proporcionado en garrafones por empresas expendedoras de agua purificada. En el caso del agua potable, se estima consumir un volumen de 280 l/persona al día de agua potable para el consumo humano.

Sanitarios: Se usarán sanitarios portátiles, los cuales serán rentados y tendrán un contrato de limpieza de los mismos y serán retirados al finalizar la construcción del proyecto. Se colocarán 1 baño portátil por cada 20 trabajadores, la cual será limpiada cada semana por el personal de limpieza de la empresa que presta el servicio de limpieza.

Oficinas: Será un remolque el cual estará en el área del proyecto y será removido al finalizar el mismo.

II.2. Características particulares del proyecto

A continuación se presentan las principales características de diseño de las obras proyectadas.

En seguida se presenta el plano con la estructura del Viaducto elevado que conectará el Viaducto Bicentenario con el Circuito Exterior Mexiquense.

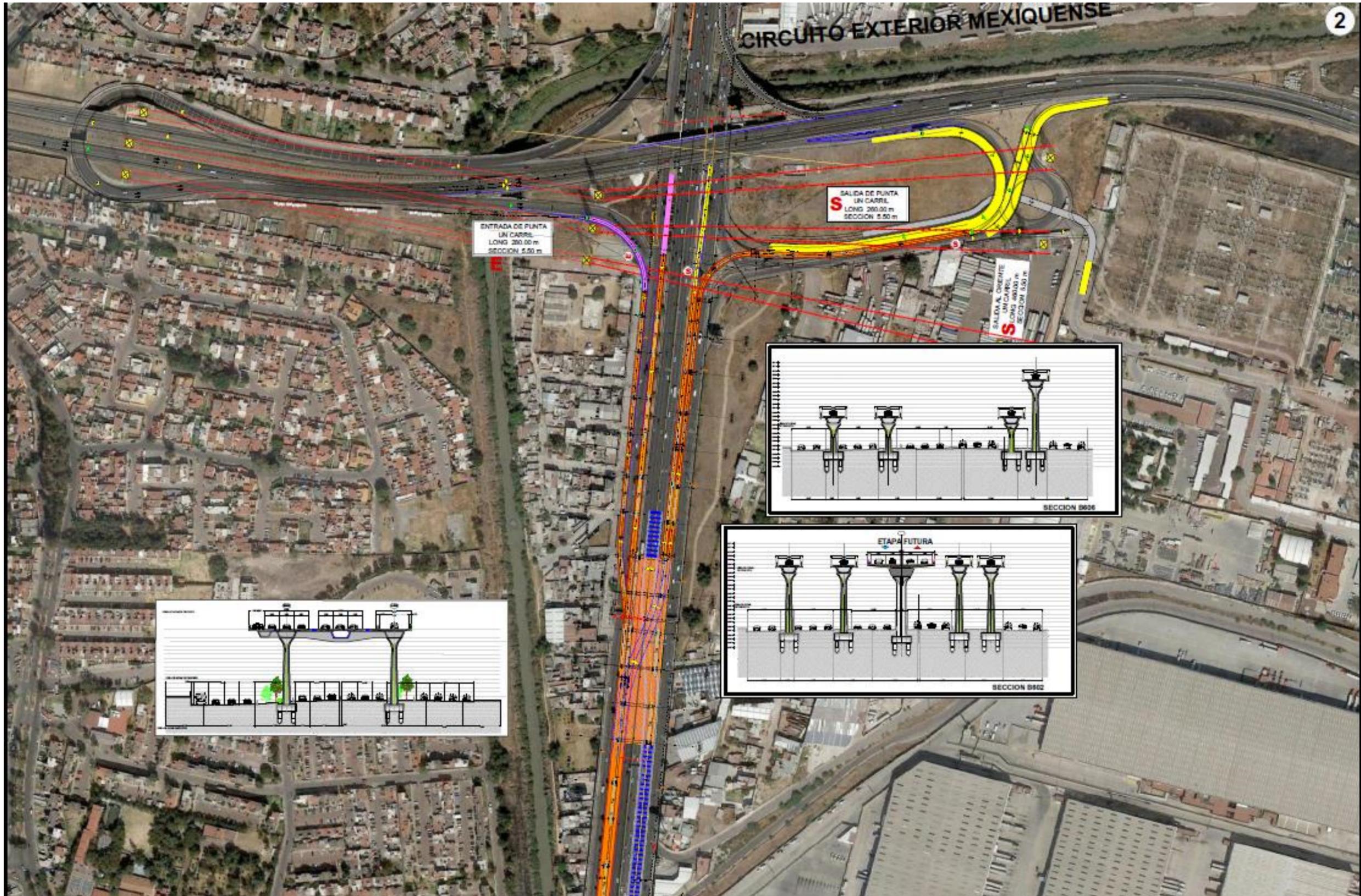


Figura II. 6 Plano conceptual de la Conexión VET-CEM.

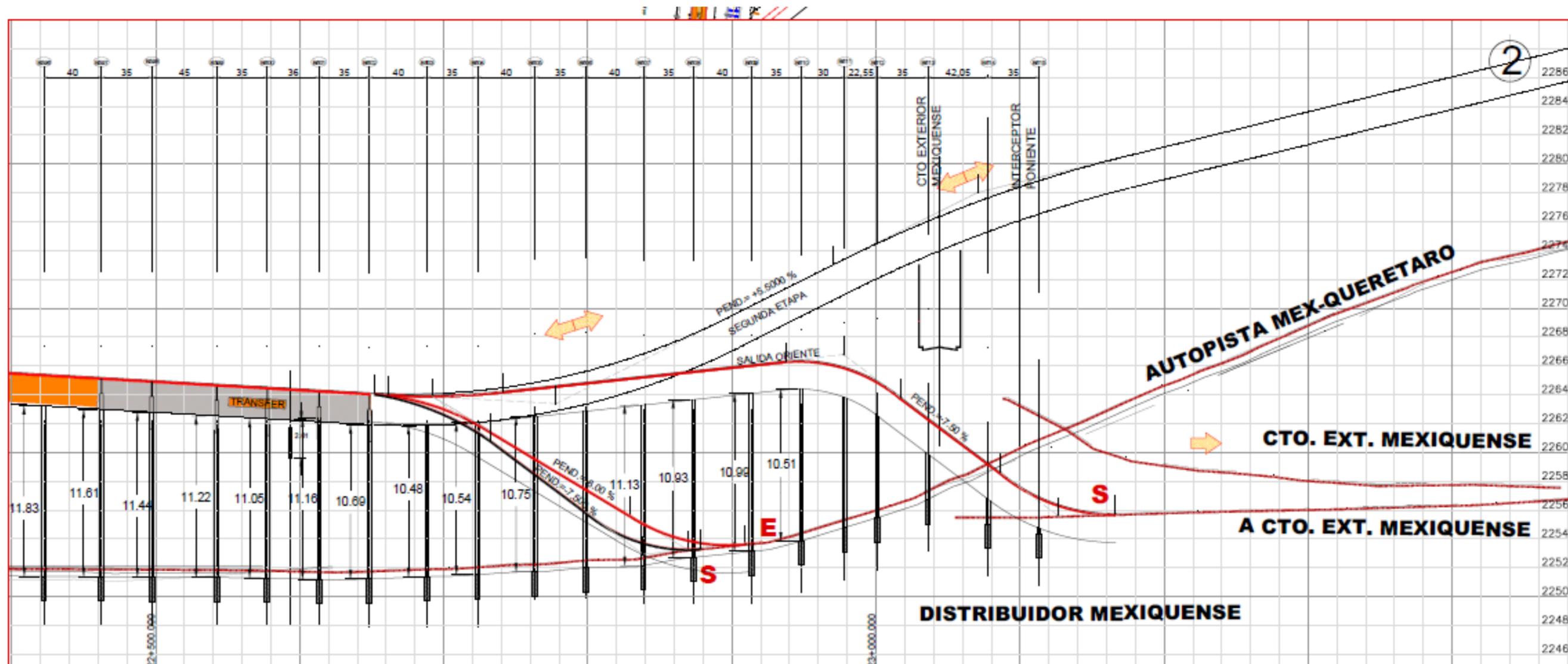


Figura II. 7. Plano conceptual de la Conexión VET-CEM.



Figura II. 8 Vista del cuerpo derecho del Viaducto Elevado Tepalcapa hacia el Circuito Exterior Mexiquense.



Figura II. 9 Vista de árboles y zona con pasto en el camellón del cuerpo derecho del Viaducto Elevado Tepalcapa hacia el Circuito Exterior Mexiquense.



Figura II. 10 Vista de árboles y zona con pasto en el camellón del cuerpo derecho del Viaducto Elevado Tepalcapa hacia el Circuito Exterior Mexiquense.



Figura II. 11 Vista del cuerpo izquierdo del Viaducto Elevado Tepalcapa hacia el Circuito Exterior Mexiquense.



Figura II. 12 Vista de árboles y zona con pasto en el camellón del cuerpo izquierdo del Viaducto Elevado Tepalcapa hacia el Circuito Exterior Mexiquense.



Figura II. 13 Vista de árboles y zona con pasto y el entronque con el Circuito Exterior Mexiquense.

Vías de acceso a la obra

La zona de estudio se encuentra ampliamente comunicada por vías de primer orden y por una extensa red de caminos vecinales.

La principal carretera es el Circuito Exterior Mexiquense que continúa hasta el entronque con la autopista a Puebla.

II.2.1 Programa de trabajo

Se presenta el Programa General de Trabajo de la construcción del proyecto, en el cual se muestra la calendarización de las distintas etapas del proyecto, con relación al tiempo que se llevará tanto en la etapa de preparación del sitio, como en la etapa de construcción.

El trabajo se desarrollará en un periodo de 8 semanas, tal y como se presenta en el programa de Trabajo de **Tabla II.4.**

Tabla II. 4 Cronograma de trabajo.

Concepto	Mes 1			Mes 2				Mes 3				Mes 4				Mes 5				Mes 6				Mes 7				Mes 8				Mes 9				Mes 10				Mes 11				Mes 12				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
OBRA INDUCIDA	[Barra azul continua]																																															
TRABAJOS EN CAMPO TRONCAL (PERIFERICO)																																																
CIMENTACIÓN	[Barra azul: Meses 2-5]																																															
SUBESTRUCTURA	[Barra azul: Meses 1-7]																																															
SUBESTRUCTURA	[Barra azul: Meses 1-8]																																															
LOSA DE RODAMIENTO	[Barra azul: Meses 2-12]																																															
TRABAJOS EN CAMPO RAMAL T6 DIRECCIÓN CDMX (PERIFERICO) (SE CONSIDERA UNA LONGITUD DE 350 ML)																																																
CIMENTACIÓN	[Barra azul: Meses 5-6]																																															
SUBESTRUCTURA	[Barra azul: Meses 5-8]																																															
SUBESTRUCTURA	[Barra azul: Meses 6-9]																																															
LOSA DE RODAMIENTO	[Barra azul: Meses 8-10]																																															
TRABAJOS EN CAMPO RAMAL CDMX DIRECCION T5 (PERIFERICO) (SE CONSIDERA UNA LONGITUD DE 350ML)																																																
CIMENTACIÓN	[Barra azul: Meses 6-7]																																															
SUBESTRUCTURA	[Barra azul: Meses 6-9]																																															
SUBESTRUCTURA	[Barra azul: Meses 7-10]																																															
LOSA DE RODAMIENTO	[Barra azul: Meses 10-12]																																															

El programa de trabajo para el desarrollo del Proyecto comprende 12 meses y la vida útil se tiene proyectada para 30 años.

II.2.2 Representación gráfica regional

Ubicación geográfica del proyecto en el contexto regional

En la siguiente figura se muestra la localización regional del proyecto en el Estado de México.

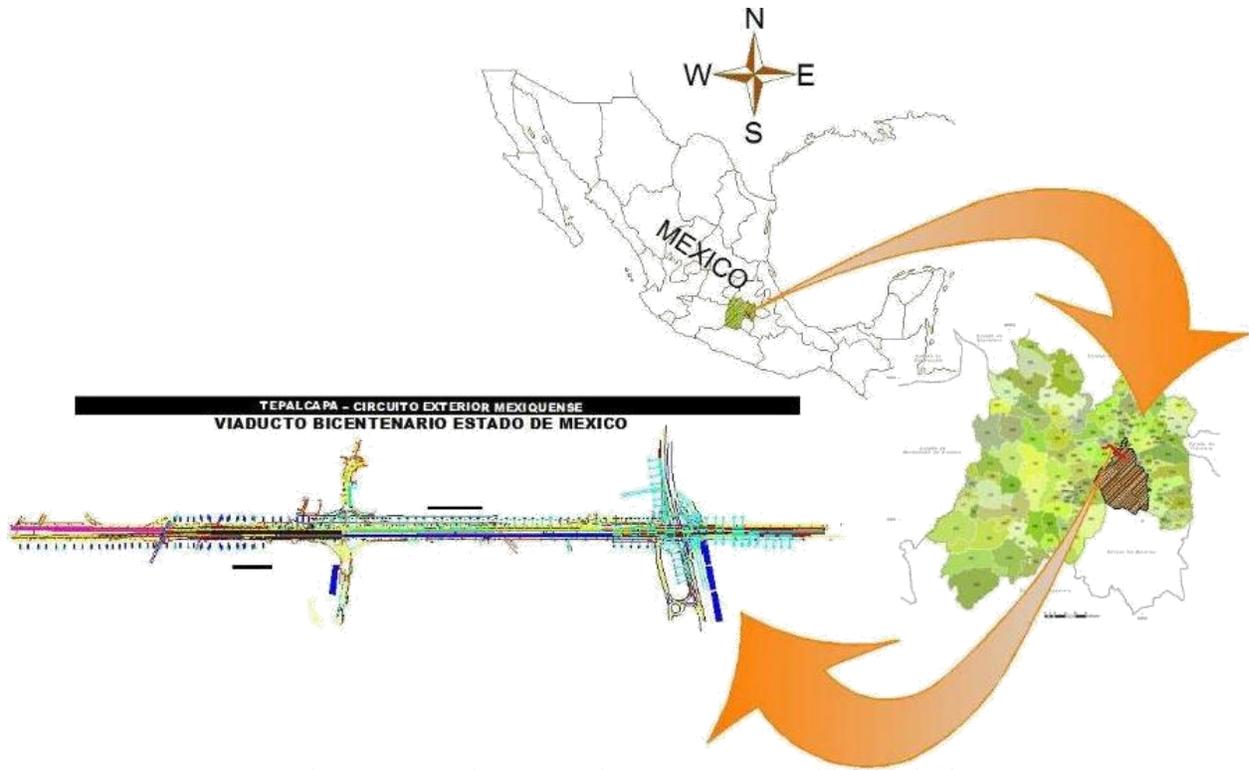


Figura II. 14 Localización regional del proyecto.

II.2.3 Representación gráfica local

Ubicación: Autopista México - Querétaro del Km. 21+045.000 al Km. 23+545.000
 Altitud 2,236.00 msnm
 Localización Geográfica, en coordenadas UTM
 X = Del 475,300.5627 al 476,505.8555
 Y = Del 2,154,657.158 al 2,159,230.967

En la siguiente figura se observa la localización local del proyecto sobre el Circuito Exterior Mexiquense.

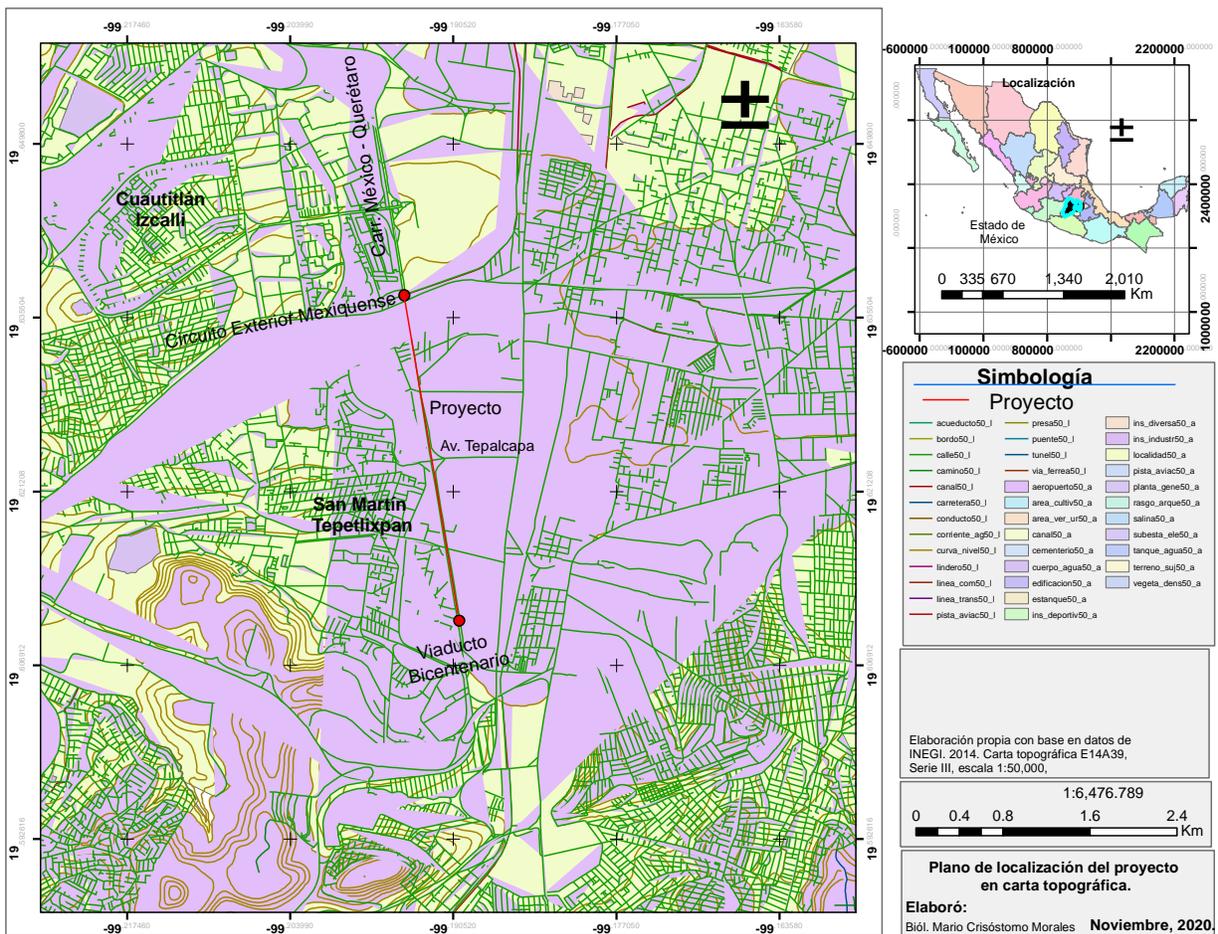


Figura II. 15 Ubicación del proyecto en plano topográfico.

II.2.4 Dimensiones del Proyecto

a) Superficie total del o los predios.

El Viaducto Elevado Tepalcapa - Circuito Exterior Mexiquense (VET-CEM), con una longitud aproximada de 1.6 Km, consiste en un cuerpo elevado a base de elementos estructurales prefabricados de concreto armado, con un ancho total del viaducto de 12.65 m, para alojar tres carriles de circulación de un sentido con un ancho por carril de 3.50 m, teniendo a ambos lados el ancho de acotamiento + parapeto será de 1.05 m (Fig. 3), con un galibo vertical libre de 5.50 m como mínimo y con una pendiente máxima de 3.5%, diseñado para una velocidad de 80 Km/h. Contará con un transfer para poder realizar la interconexión con el Circuito Exterior Mexiquense, para que en determinados horarios permita el flujo reversible.

En el siguiente cuadro se resumen las dimensiones del proyecto.

Tabla II. 5 Superficies del proyecto.

Estructura	Longitud (m)	Ancho del viaducto (m)	Superficie total (m ²)	Superficie total (Ha)
VET-CEM	1600	12.65	2,0240.0	2.024

La superficie requerida para el establecimiento de las diferentes obras suma un total de 20,240.0 m² (2.024 ha).

Ver planos de superficies en **Anexo 3.3**.

c) Superficie (m²) para obras permanentes. Indicar su relación en porcentaje respecto a la superficie total.

La superficie requerida para el establecimiento de las diferentes obras permanentes suma un total de 20240.0 m² (2.024 ha).

Tabla II. 6 Superficies del proyecto.

Estructura	Superficie (m ²)	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
Total	20240.0	2.024	100

Ver planos de superficies en **Anexo 3.3**.

II.2.7 Estudios de campo y gabinete

Los trabajos de campo se llevaron a cabo mediante brigadas de campo integrados por 6 biólogos y personal de apoyo con el uso de equipo de seguridad.

En este sentido se realizaron los siguientes estudios:

1. Muestreo y análisis de calidad del agua del Vertedero poniente: 2 de noviembre de 2020 (ver resultados en **Anexo 8**).
2. Inventario de vegetación: 4 de noviembre de 2020 (ver **Anexo 4.5**).
3. Estudio hidrológico (ver **Anexo 4.2**).

II.2.8 Preparación del sitio y construcción

II.2.8.1. Preparación del sitio

En términos generales durante esta etapa, se llevarán a cabo las siguientes actividades:

Desmante, despalme y limpieza de sitios de obra

Consistirá en remover la vegetación existente en las áreas donde se construirá la Conexión VET-CEM del tramo ubicado sobre la Autopista México – Querétaro, del Km. 21+045.000 al Km 23+545.000, dentro de los límites del Municipio de Cuautitlán Izcalli en el Estado de México.

Para esto, se empleará la maquinaria adecuada al tipo de vegetación y del suelo prevaleciente en la zona del proyecto, tales como: cargador sobre orugas, motoniveladora y excavadora sobre orugas.

Limpieza general del terreno en el cual se proyectó la obra:

Se deja libre de obstáculos que pudieran afectar la instalación de las gazas.

Excavaciones para cimentaciones:

Posteriormente se llevará a cabo la excavar fuera del escurrimiento para alojar los estribos de mampostería o concreto.

II.2.8.2 Construcción

II.2.8.2.1. Procedimiento constructivo general.

El Viaducto Elevado Tepalcapa - Circuito Exterior Mexiquense I VBEM, se resolverá con elementos de concreto colados en sitio, así como elementos prefabricados, dando como resultado una mayor calidad y rapidez en su construcción; pero para la construcción del viaducto, se tendrán actividades previas y que a continuación se describe de forma general.

II.2.8.2.1.1. Actividades preliminares.

Se tendrán actividades preliminares previo a los inicios de trabajo y que serán de gran importancia para la construcción del viaducto, realizando recorridos de campo y elaborando reportes gráficos, con la finalidad de conocer posibles afectaciones o interferencias que se pudieran presentar durante el proceso constructivo del viaducto y poder brindar la mejor alternativa de solución.

II.2.8.2.1.2. Trazo y Nivelación.

Se realizará un levantamiento topográfico del terreno, así como de las instalaciones y obras inducidas existentes, con la finalidad de localizar los ejes o elementos por medio de coordenadas y conocer sus niveles, a través de equipos electrónicos especiales, como la estación total, distancímetros y otros dispositivos auxiliares, con el objetivo de plasmar esta información en los planos respectivos y poderla referenciar en campo.

II.2.8.2.1.3. Obras Inducidas (Agua Potable, Drenaje, Eléctrico y Fibras Ópticas).

Es importante hacer un levantamiento en campo, y establecer reuniones con las dependencias y oficinas de gobierno, así como con las empresas privadas, para contar con toda la información relacionada a las instalaciones municipales y privadas, que pudieran afectar o interferir en la construcción del viaducto; identificando líneas de Agua Potable, Drenaje, Eléctricas, Fibra Óptica, así como estructuras o elementos diversos como: postes, árboles y señalamientos diversos; se hará esta actividad en coordinación con la Autoridad o Empresa a quien le corresponda la administración o resguardo. Con la finalidad de plasmar toda la información en los planos respectivos y analizar de esta forma, las mejores alternativas de solución y poderlas presentar a la autoridad a cargo para su visto bueno de ejecución y en los cuales se reflejaran los desvíos de líneas de conducción, desmantelamiento y/o reubicaciones de estructuras que interfieren con la construcción del viaducto y así liberar el área o espacio, donde se desplantará la construcción de la estructura.

II.2.8.2.1.4. Señalamiento Preventivo y de Seguridad.

Se instalarán dispositivos de seguridad de manera provisional, de acuerdo a las normas establecidas, para protección de la obra y garantizar la integridad de las personas, durante la ejecución de los trabajos; debiendo instalar estos dispositivos antes de iniciar los trabajos de construcción del viaducto y deberán permanecer hasta finalizar los mismos.

En todo momento se contará con la iluminación adecuada y se tendrán de ser necesario cuadrillas viales, para apoyo y desvío de tránsito vehicular y peatonal, contando el personal con todo el equipo de seguridad como es el casco, chaleco, guantes, botas, etc.

II.2.8.2.1.5. Tapial o Delimitación del Área de Trabajo.

Se iniciará a delimitar el área de trabajo, una vez liberado el área de obstáculos, por medio de un tapial metálico recuperable, de fácil montaje y desmontaje. Si las condiciones del terreno o otras causas no lo permitieran, se podrá utilizar otro sistema que garantice la misma seguridad, durante y hasta finalizar los trabajos de construcción del viaducto.

II.2.8.2.1.6. Demoliciones y Desmantelamiento.

Estos trabajos se harán una vez conciliado y liberado el espacio, demoliendo y desmantelando todo aquello que interfiera o afecte la construcción del viaducto, como: guarniciones, banquetas, pavimentos, mampostería, muros, postes de alumbrado y señalamientos. Retirando al momento el material producto de la demolición y poniendo a resguardo lo desmantelado según se indique.

II.2.8.2.2. Procedimiento constructivo del viaducto elevado.

La mayor parte del Viaducto Elevado será de concreto reforzado y para la cimentación profunda se utilizará pilas, los cuales se construirán en sitio; contará con elementos prefabricados de concreto reforzado para formar la superestructura; el procedimiento constructivo será el que se explica de manera breve a continuación:

II.2.8.2.2.1. Infraestructura o Cimentación Profunda (Pilas).

Está solucionado a base de una cimentación profunda, por medio de pilas coladas en sitio y se desplantara hasta encontrar el estrato resistente de acuerdo a lo indicado en el estudios de mecánica de suelos, a una profundidad promedio de 25-30m, dependiendo en gran medida de la zona geotécnica donde se ubique y de las descargas de la estructura.

Cada apoyo consta de una serie de pilas y estos elementos serán de concreto reforzado, con una sección circular y para la construcción de estas pilas, se utilizara una perforadora hidráulica, con sus herramientas de corte, empleando la más idónea para el tipo de terreno, pudiendo ser normalmente una broca helicoidal, barriles con dientes de Tungsteno, en el cual se instala en el barretón de la perforadora y se plomeara antes de iniciar los trabajos de perforación; una vez plomeado se procede a perforar en el punto donde se localiza la pila, hasta la profundidad de desplante solicitado en proyecto.

Si es necesario estabilizar las paredes del barreno, se puede emplear bentonita, con una preparación mínima de 24 horas para su hidratación, verificándose la calidad de los lodos (viscosidad y densidad) y en el porcentaje requerido.

Durante el proceso de perforación, será necesario retirar fuera de la obra el material producto de la excavación, manteniendo el área libre para las siguientes actividades.

Una vez terminado el barreno se procede a la colocación del acero de refuerzo de la pila, previamente habilitado y armado, procurando colocar las silletas adecuadas, para cumplir con el recubrimiento especificado, una vez instalado y alineado el acero de la pila, se introducirá el tubo Tremie, hasta la profundidad del barreno, con la finalidad de evitar la segregación del concreto durante el proceso de vaciado, por lo que se procederá a colocar para ello un balón o pelota en la tolva, antes de iniciar el vaciado del concreto y se realizara ajustes en el tubo Tremie durante el avance del colado, de tal forma que siempre se garantice su embebido en el concreto. El concreto será premezclado y de la resistencia marcado en proyecto, con un revenimiento de 18 cm con una tolerancia de ± 3 cm y un agregado máximo de 20 mm. Durante el avance del vaciado del concreto, se procederá simultáneamente a la extracción de lodos, provocado por la diferencia de densidades y los medios de extracción serán los adecuados para su depósito y retiro fuera de la obra.

Se recomienda que durante el proceso de construcción de las pilas sea alternado y se cubra la perforación mediante una placa al término de la jornada.

II.2.8.2.2.2. Excavación.

Una vez hincados la totalidad de los pilotes, se realizará la excavación con equipo mecánico, en una sola etapa y con la geometría de proyecto hasta la profundidad de desplante, conforme a lo indicado en la especificaciones de mecánica de suelos, considerando un sobrecancho de 50 cm, para los trabajos de fabricación de la zapata y el desplante de la plantilla.

II.2.8.2.2.3. Retiro del material producto de la Excavación.

Todo el producto de la excavación será retirado y transportado al sitio de disposición que haya sido autorizado para tal efecto por la autoridad correspondiente de acuerdo a su capacidad de almacenaje y volumen de reciclaje, la transportación será en vehículos con cajas cerradas y protegidas con lonas.

II.2.8.2.2.4. Plantilla de Concreto Armado.

Se procederá a nivelar el fondo de la excavación y se le dará una compactación, con la humedad óptima como lo marca las especificaciones de mecánica de suelos, posteriormente se continúa con el armado y colado de la plantilla de concreto armado, colocando una "Placa Base" al centro de la misma, cuidando que este bien nivelado, para recibir el perno nivelador de la subestructura.

II.2.8.2.2.5. Descabece de Pila.

Cumplidos los puntos descritos en el procedimiento de excavación se procederá a la demolición o descabece de las pilas en una longitud de acuerdo a la posición de cada uno, atendiendo a la profundidad de desplante de la zapata. La longitud mínima de descabece será de 80 cm. Se procede al descabece de la pila con equipo neumático, evitando dañar el armado de la conexión de pila con zapata, si el concreto de la pila al nivel de paño superior de plantilla está sano, el descabece será a este nivel, en caso contrario se tendrá que profundizar más la demolición, retirando todo el material producto del descabece.

II.2.8.2.2.6. Preparativos para el montaje.

Se rehabilitará el acero afectado por los trabajos de demolición y efectuará la limpieza del acero, retirando lodo, polvo, material producto de la demolición o cualquier otro material que pueda contaminar el concreto, para realizar la conexión de pila-zapata.

II.2.8.2.2.7. Montaje de Zapata-Columna.

Estos elementos son prefabricados y una vez que esté bien detallada e identificada, así como trazado los ejes del elemento para su montaje, se transporta a la obra para su respectivo montaje una vez que esté liberado y preparado el lugar para realizar el izaje y montaje de la Zapata-Columna, para ello se verifica los niveles de la plantilla y dimensiones reales de la columna, para hacer los ajustes necesarios en el perno nivelador y dejar la zapata-columna en la posición y nivel marcado en proyecto, una vez hecho esto se realiza el montaje de la Zapata-Columna, verificando en todo momento, nivel superior y posición de ejes, apoyado con la topografía con una tolerancia de +/- 1 cm y estabilizando el elemento por medio de la grúa.

II.2.8.2.2.8. Colado de conexión de Pilas con Zapata-Columna.

Se coloca la cimbra perimetral en paño inferior de la zapata, así como el refuerzo complementario de conexión, colando la conexión hasta el nivel de placas de anclaje del postensado (15 cm abajo del paño superior de zapata) procurando tener siempre un acabado rugoso para realizar la conexión de las Pilas con la Zapata-Columna, como lo marca proyecto estructural.

II.2.8.2.2.9. Postensado de Cables.

Una vez alcanzado el 80 % de la resistencia de concreto solicitada en proyecto y antes de iniciar el colado de segunda etapa de tabletas, se postensan las barras de alta resistencia de la zapata - columna y una vez concluido el postensado se cuelan las cajas hasta el nivel de paño superior de la zapata y se rellena hasta el nivel de subrasante, compactándolo al 80 % de la prueba proctor, hasta el nivel indicado.

II.2.8.2.2.10. Relleno de excavación.

Una vez alcanzado el 60% de la resistencia de concreto solicitada en proyecto para la columna, se descimbrará y retirará todo el material ajeno, para posteriormente rellenar la excavación, con material tipo tepetate, el cual se compactará al 90% de su peso volumétrico seco máximo, según la Prueba Proctor estándar, en capas de 20 cm (máximo) de espesor y obtener un valor relativo de

soporte (VRS) de 20% (mínimo), el cual se deberá incorporar previamente el agua necesaria por medio de riegos y mezclados sucesivos hasta obtener una humedad homogénea. Todos los rellenos que se coloquen en la zona de obra y no tengan una función estructural u ornamental, deberán colocarse y compactarse con las características especificadas en proyecto.

II.2.8.2.2.11. Cabezal.

Son elementos de concreto reforzado colados en moldes metálicos en una planta de prefabricados, se deberán colocar todos los accesorios, así como las placas para la colocación del tope antisísmico, estos elementos se detallan procurando darle el acabado rugoso en las zonas donde se realizan las conexiones, se identifican y se colocara la orientación de acuerdo a proyecto geométrico, trazando los ejes del elemento para su montaje; se transporta a la obra una vez cumplido lo anterior y una vez que esté liberado y preparado el lugar para realizar el izaje y montaje del cabezal, para ello se verifica los niveles de tope de colado de la columna, para hacer los ajustes necesarios si es necesario y dejar el cabezal en la posición y nivel marcado en proyecto, una vez hecho esto se realiza el montaje del cabezal, verificando en todo momento, nivel superior y posición de ejes, apoyado con la topografía con una tolerancia de +/- 1 cm y estabilizando temporalmente el elemento por medio de la grúa, hasta fijarlo con las varillas de la columna, los cuales se soldarán a los perfiles indicadas en proyecto.

II.2.8.2.2.12. Conexión Columna-Cabezal.

Se coloca el acero de refuerzo de conexión indicado en el proyecto estructural, se deberá garantizar la continuidad del refuerzo longitudinal del cabezal y en caso de interferir la varilla longitudinal del cabezal con armado de columna, se podrá cortar dejando muñones de 20 cm, en ambos paños del hueco del cabezal y traslapar después de haber estabilizado el cabezal de acuerdo con los detalles indicados en proyecto, de igual forma en caso de interferir los estribos del cabezal con armado de columna, se podrá cortar dejando muñones de 20 cm en ambos paños del hueco del cabezal y traslapar como se indica en proyecto estructural, concluidos los trabajos de armado, se calafatea perimetralmente para garantizar que no haya fuga de lechada, durante el proceso de colado del elemento, se realizara el colado de conexión una vez concluido estos trabajos y el concreto será de la misma resistencia empleada para el cabezal.

II.2.8.2.2.13. Construcción de los bancos de apoyo.

Primeramente se trazará los ejes de los bancos de apoyo y se revisaran los niveles reales para cotejarlos con los de proyecto geométrico y saber la altura a la que se deben dejar estos bancos, estos bancos serán de concreto reforzado y se colocaran los accesorios metálicos, para la colocación del dispositivo de apoyo encapsulado.

II.2.8.2.2.14. Trabes prefabricadas.

Estos elementos son colados en una planta de prefabricados, siendo de concreto presforzado, los cuales serán colados en un molde metálico y una vez alcanzada la resistencia indicada en proyecto, se hará la transferencia del presfuerzo, procediendo a desmoldarse y estibarse para el detallado final e identificando el elemento, así como trazado de los ejes y orientación para su respectivo montaje, se transportara a la obra una vez que esté liberado y preparado el lugar para realizar el izaje y montaje.

II.2.8.2.2.15. Montaje de Trabes.

Una vez liberado las trabes para su transporte y montaje, también deberá estar liberado y preparado el lugar para realizar el izaje y montaje de las Trabes, cumplido lo anterior se transportaran a la obra de acuerdo al programa de montaje, previo al montaje de estos elementos se verifica niveles y posición de los dispositivos de apoyo sobre el cabezal, en caso necesario se preparan placas metálicas como calzas, para alcanzar los niveles requeridos en proyecto, además de colocar las placas de neopreno para garantizar el contacto en toda la superficie de los dispositivos de apoyo, una vez hecho realizado lo anterior, se procede al montaje de las Trabes, verificando en todo momento, posición de ejes tanto longitudinal como transversal, apoyado con la topografía con una tolerancia de ± 1 cm, cumpliendo con lo indicado en el proyecto geométrico; se deberá tener la precaución de colocar el perno de sujeción para tope antisísmico, en los duetos que se dejaron en la trabes desde su fabricación, y no se dificulte su colocación cuando tenga otra trabe aledaña.

II.2.8.2.2.16. Conexión Cabezal - Trabe.

Se coloca el acero de refuerzo de conexión indicado en el proyecto estructural, concluidos los trabajos de armado, se calafatea perimetralmente para garantizar que no haya fuga de lechada, durante el proceso de colado del elemento, se realizara el colado de conexión una vez concluido estos trabajos y el concreto será de la misma resistencia empleada para el cabezal.

II.2.8.2.2.17. Tope sísmico.

Una vez colocadas las trabes, se colocará el accesorio para tope antisísmico, soldándolo a la placa base, una vez fijado a la misma, se introduce el perno de sujeción de trabes, al tope antisísmico y se aprieta con las tuercas, además de colocar los prisioneros de fijación, en los agujeros del perno, de acuerdo a lo indicado en el proyecto estructural.

II.2.8.2.2.18. Parapetos de concreto.

Se procede al armado de los parapetos de concreto, dejando las preparaciones de conexión para ligarlo al firme estructural, colocando además el aligeramiento indicado en proyecto, así como la colocación de las placas base, para la instalación de los parapetos metálicos, postes de alumbrado y de señalización, así también la colocación de tuberías para la instalación eléctrica y una vez terminado estos trabajos se procede al cimbrado y colado del elemento, verificando trazo, plomeo y nivelación.

II.2.8.2.2.19. Instalación Pluvial sobre puente.

En esta etapa se instala el drenaje pluvial del puente, dejando las preparaciones necesarias como: registros, rejillas y tuberías, respetando los niveles indicados en el proyecto.

II.2.8.2.2.20. Firme Estructural.

Se realiza el armado complementario en la losa de las trabes, así como del firme estructural, realizando el colado hasta el nivel de subrasante y hasta la franja de conexión de parapetos de concreto, por lo que se deberán dejar varillas de conexión para ligar. Se deberá seguir un procedimiento de colados por etapas del firme estructural, para evitar la aparición de juntas frías, colando a la resistencia indicada en proyecto estructural, además de alojar lo correspondiente a las instalaciones pluviales.

II.2.8.2.2.21. Carpeta Asfáltica.

Se colocará la carpeta asfáltica siguiendo las recomendaciones de mecánica de suelos, dependiendo de la zona que se trate: zona de rampas o sobre el firme de compresión.

II.2.8.2.2.22. Instalación de Complementos y Terminación de Obra.

Por último se realiza el montaje de los Parapetos metálicos, realizando la conexión de estos con las placas de apoyo, postes de alumbrado, así como de la señalización horizontal y vertical definitiva de acorde a la normatividad vigente, concluyendo con pintura como acabado final, de acorde a lo indicado en proyecto.

En la **tabla II.8** se presentan las especificaciones de la maquinaria utilizada para la etapa de construcción.

Tabla II. 8 Cantidades de maquinaria para la construcción.

Descripción de la maquinaria	Cantidad	Clave	Conceptos de ejecución
tractor d8h	8	t	cortes y despalmes
motoescrepas	8	m	cortes y despalmes
motoconformadoras	12	m1	conformación y tendido
compactador de neumaticos	8	c	terraplenes, sub-bases, bases y pavimento
compactador vibratorio liso	8	c1	terraplenes, sub-bases, bases y pavimento
compactador pata de cabra	8	c2	terraplenes, sub-bases y bases
cargador sobre neumaticos	4	cn	terraplenes, sub-bases y bases
retroexcavadoras sobre orugas	10	r	terraplenes, sub-bases, bases y drenaje
perforadora rotaria	1	p	pilotes
gruas de 60 toneladas	4	g	col. de elementos prefabricados
barredoras autopropulsadas	6	b	terracerias, sub-bases y bases
petrolizadoras	6	pe	riego de liga y de impregnación
extendedoras de asfalto	10	e	pavimento
camiones pipa	6	cp	terracerias, sub-bases y bases
camiones de volteo	40	cv	terracerias, sub-bases, bases y pavimento
camiones grua hiab	4	cg	señalamiento
camionetas de 3 toneladas	8	ct	transporte de material, equipo y personal

En **Anexo 3** se presentan las memorias y planos del proyecto.

Maquinaria utilizada para las obras del proyecto:



Motoconformadora



Grúa para pilotes



Vibrocompactadora



Cargador de oruga



Excavadora



Tráiler de carga

II.2.9 Operación y mantenimiento

En cuanto al tiempo de operación, será las 24 horas del día, los 365 días del año, donde transitarán diversos tipos de vehículos (carga, pasajeros, particulares) a una velocidad de 110 km / hr.

Mantenimiento:

El mantenimiento se realizará de manera indefinida durante el tiempo que se opere, especialmente cuando así se requiera, por ejemplo, el pavimento con el transcurso del tiempo, sufre una serie de fallas o deterioros que al manifestarse en la superficie de rodamiento, disminuyen su capacidad para proporcionar un tránsito cómodo y limpio al usuario. Estas fallas y deterioros son producidos por la repetición continua de cargas, debidas a condiciones propias de la estructura del pavimento y de la acción de los agentes climáticos.

El mantenimiento se dividirá en:

Mantenimiento Rutinario: Este consistirá en:

- Repintado de líneas.
- Rehabilitado de señalamiento horizontal y vertical.
- Corte de hierba que crezca en el derecho de vía.
- Limpieza de drenaje pluvial (canales).

Mantenimiento Periódico: Este consistirá en:

- Reconstrucción de la carpeta asfáltica.
- Reconstrucción de bordillos.
- Reconstrucción de cunetas.

Requerimientos de personal

Las necesidades de maquinaria, personal y otros insumos de poca cuantía, requeridos durante la construcción se describen en los siguientes cuadros.

Tabla II. 9 Cantidades de personal contratado para cada una de las etapas del proyecto.

Etapa	Tipo de mano de obra	Tipo de empleo			Disponibilidad regional
		Permanente	Temporal	Extraordinario	
Preparación del sitio	No calificada		18		Se tiene
	Calificada		6		Se tiene
Construcción	No-calificada		190	45	Se tiene
	Calificada y profesional		30		Se tiene
Operación y mantenimiento	No-calificada	18			Se tiene
	Calificada	14			Se tiene
Total		32	244	45	

II.2.10 Utilización de explosivos

No se prevé el uso de explosivos.

II.2.11 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera

Emisiones a la atmósfera

Existirá emisión a la atmósfera por parte de los motores de combustión interna que propulsan la maquinaria de construcción y los camiones para transporte de material (materialistas), estos motores trabajan, en su gran mayoría con base a diésel como combustible. Sin embargo, los gases son dispersados por la propia atmósfera.

Descarga de aguas residuales

Desechos líquidos, principalmente de tipo sanitario, originado por la eliminación de excretas provenientes de los empleados de la construcción, ello se hará en los sanitarios portátiles que al efecto se instalen. Dichos desechos deberán ser recogidos, transportados y reciclados por la misma empresa con la que se contrate el arrendamiento de los sanitarios y que esté autorizada para dicha actividad.

Residuos sólidos

Durante la construcción se tienen los siguientes materiales sobrantes:

- Desechos sólidos de tipo doméstico generados por los vendedores ambulantes que proporcionan servicios de comida a los empleados en la obra.

II.2.12 . Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos

La empresa cuenta con los equipos y materiales necesarios para manejar los residuos que se generen durante el desarrollo del proyecto.

Los residuos se almacenarán temporalmente en recipientes que cuenten con tapas hasta su disposición en los basureros municipales más próximos, previa autorización de los Ayuntamientos.

RESIDUOS

A continuación se describe la infraestructura con la que se contará para el manejo y disposición de los residuos.

Tabla II. 10 Infraestructura para residuos

Infraestructura para el manejo y disposición de residuos sólidos no peligrosos.	Infraestructura para el manejo y disposición de aguas residuales	Control para la minimización de emisiones a la atmósfera.	Infraestructura para el manejo y disposición de residuos peligrosos.
Producto de las actividades de la limpieza y despilme durante la preparación del sitio; serán transportados y dispuestos	En el caso de las aguas residuales generadas durante la etapa de preparación y construcción del sitio, se contará con	En las etapas de preparación del sitio y construcción, se requiere que el Contratista tenga en óptimas condiciones	En las etapas de preparación del sitio y construcción; se contará con un almacén de residuos peligrosos

Infraestructura para el manejo y disposición de residuos sólidos no peligrosos.	Infraestructura para el manejo y disposición de aguas residuales	Control para la minimización de emisiones a la atmósfera.	Infraestructura para el manejo y disposición de residuos peligrosos.
<p>por empresas autorizadas y contratadas para dichos fines.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los residuos urbanos generados tanto en la etapa de preparación del sitio como de construcción; serán transportados y dispuestos por empresas autorizadas y contratadas para dichos fines. • En el caso de los residuos de manejo especial que se generarán durante la construcción, se contará con la recolección de los mismos por empresas autorizadas y llevados a reciclado o disposición final a un lugar autorizado. 	<p>baños portátiles; los cuales contarán con el servicio de mantenimiento por parte de una empresa autorizada que presta el servicio de los baños portátiles.</p>	<p>sus equipos y vehículos, para lo cual se necesitaran afinaciones y que se verifiquen las unidades por lo menos cada seis meses en centros autorizados.</p> <p>En el caso de los sólidos suspendidos producto de las actividades de limpieza y despalle del sitio; así como por el tránsito de vehículos y maquinaria y por el acarreo de materiales granulares en camiones de volteo; se deberá mantener húmedas las superficies de rodamiento, mediante el riego sistemático con pipas, además de que se cubrirán con lonas las cajas de los camiones de volteo siempre que transiten cargados.</p>	<p>provisional; con la finalidad de almacenar los residuos peligrosos en tambos, para su posterior transporte y disposición final mediante una empresa autorizada por la SEMARNAT.</p>

CAPÍTULO III

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

ÍNDICE

III. Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y, en su caso, con la regulación del uso del suelo	1
III.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, 2012.....	1
III.2 Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de México	8
III.3 Planes de Desarrollo Urbano Municipal	12
III.3.1 Plan de Desarrollo Urbano Municipal de Cuautitlán Izcalli 2019 -2021	12
III.3.2 Plan de Desarrollo Urbano Municipal de Tultitlán 2019 -2021	13
III.4 Decretos y Programas relacionados a las Áreas Naturales Protegidas (ANPs)	14
III.5 Normas Oficiales Mexicanas	19
III.5.1 Agua	19
III.5.2 Aire	19
III.5.3 Residuos	20
III.5.4 Ruido	20
III.5.5 Flora y Fauna	20
III.5.6 Suelo	21
III.6 Leyes Federales y sus Reglamentos aplicables.....	21
III.6.1 Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y su Reglamento.....	21
III.6.2 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.....	24
III.6.3 Ley General de Vida Silvestre	25
III.6.4 Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre.....	26
III.6.5 Ley de Vías Generales de Comunicación	26
III.6.6 Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.....	27
III.7 Leyes Locales Aplicables para el Proyecto y sus Reglamentos.....	29
III.7.1 Código para la Biodiversidad del Estado de México	29
III.7.2 Ley del Agua para el Estado de México y Municipios	33
III.8 Tratados Internacionales	34
III.8.1 Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres	34

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla III. 1 Identificación de la Unidad Ambiental Biofísica 121.	3
Tabla III. 2 Estrategias de la Unidad Ambiental Biofísica 121.	4
Tabla III. 3 Unidad Ecológica Ag-1-90.	9
Tabla III. 4 Unidad Ecológica Ag-2-103.	9
Tabla III. 5 Criterios de regulación ambiental de las Unidades Ecológicas Ag-1-90 y Ag-2-103 así como su vinculación con el proyecto.....	10
Tabla III. 6 Objetivos y Estrategias aplicables del Plan de Desarrollo Urbano Municipal de Cuautitlán Izcalli 2019 - 2021 y su vinculación con el Proyecto.....	13
Tabla III. 7. Objetivos y Estrategias aplicables del Plan de Desarrollo Urbano Municipal de Tultitlán 2019 - 2021 y su vinculación con el Proyecto.....	14
Tabla III. 8. Normas Oficiales Mexicanas en materia de Agua	19
Tabla III. 9 Normas Oficiales Mexicanas en materia de Aire	19
Tabla III. 10. Normas Oficiales Mexicanas en materia de Residuos.....	20

Tabla III. 11 Normas Oficiales Mexicanas en materia de Ruido	20
Tabla III. 12. Normas Oficiales Mexicanas en materia de Flora y Fauna	20
Tabla III. 13 Normas Oficiales Mexicanas en materia de Suelo	21
Tabla III. 14 Artículos aplicables durante el desarrollo del Proyecto.	21
Tabla III. 15 Artículos del Reglamento de la LGEEPA aplicables al Proyecto	24
Tabla III. 16 Artículos aplicables de la Ley General de Vida Silvestre al Proyecto	25
Tabla III. 17 Artículos del Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre aplicables al Proyecto.....	26
Tabla III. 18 Artículos de la Ley de Vías Generales de Comunicación aplicables al Proyecto	26
Tabla III. 19 Artículos aplicables de la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental al Proyecto.....	28
Tabla III. 20 Artículos del Código para la Biodiversidad del Estado de México aplicables al desarrollo del Proyecto	29
Tabla III. 21 Artículos de la Ley del Agua para el Estado de México y Municipios aplicables al Proyecto	33

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura III. 1 Región Ecológica, Unidad Ambiental Biofísica (UAB) 121 Depresión de México.	3
Figura III. 2 Ubicación del Proyecto dentro de la Unidad de Gestión Ambiental Ag-1-90.....	9
Figura III. 3. Áreas Naturales Protegidas Federales más cercanas a la ubicación del Proyecto.....	15
Figura III. 4. Regiones Terrestres Prioritarias más cercanas a la ubicación del Proyecto.....	16
Figura III. 5. Regiones Hidrológicas Prioritarias cercanas al Proyecto.	17
Figura III. 6. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAs) más cercanas a la ubicación del Proyecto.	18

III. Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y, en su caso, con la regulación del uso del suelo.

III.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, 2012.

La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) expidió el 7 de septiembre de 2012, el ACUERDO del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), cuyo objetivo, es llevar a cabo la regionalización ecológica del territorio nacional y de las zonas sobre las cuales la nación ejerce soberanía y jurisdicción, identificando áreas de atención prioritaria y de aptitud sectorial. Asimismo, tiene por objeto establecer los lineamientos y las estrategias ecológicas necesarias para promover la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales; promover medidas de mitigación de los posibles impactos ambientales causados por las acciones, programas y proyectos de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal (APF); orientar la ubicación de las actividades productivas y de los asentamientos humanos; fomentar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales; promover la protección y conservación de los ecosistemas y la biodiversidad; fortalecer el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas; apoyar la resolución de los conflictos ambientales, así como promover la sustentabilidad e incorporar la variable ambiental en los programas, proyectos y acciones de los sectores de la APF.

Con fundamento en el artículo 26 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico (RLGEEPA, última reforma DOF. 28 de septiembre de 2010), la propuesta del programa de ordenamiento ecológico está integrada por la regionalización ecológica (que identifica las áreas de atención prioritaria y las áreas de aptitud sectorial) y los lineamientos y estrategias ecológicas para la preservación, protección, restauración y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, aplicables a esta regionalización.

1. Regionalización Ecológica

La base para la regionalización ecológica, comprende unidades territoriales sintéticas que se integran a partir de los principales factores del medio biofísico: clima, relieve, vegetación y suelo. La interacción de estos factores determina la homogeneidad relativa del territorio hacia el interior de cada unidad y la heterogeneidad con el resto de las unidades. Con este principio se obtuvo como resultado la diferenciación del territorio nacional en 145 unidades denominadas unidades ambientales biofísicas (UAB), representadas a escala 1: 2,000,000, empleadas como base para el análisis de las etapas de diagnóstico y pronóstico, y para construir la propuesta del POEGT.

2. Lineamientos y estrategias ecológicas.

Los 10 lineamientos ecológicos que se formularon para este Programa, mismos que reflejan el estado deseable de una región ecológica o unidad biofísica ambiental, se instrumentan a través de las directrices generales que en lo ambiental, social y económico se deberán promover para alcanzar el estado deseable del territorio nacional.

Por su parte, las estrategias ecológicas, definidas como los objetivos específicos, las acciones, los proyectos, los programas y los responsables de su realización dirigidas al logro de los lineamientos ecológicos aplicables en el territorio nacional, fueron construidas a partir de los diagnósticos, objetivos y metas comprendidos en los programas sectoriales, emitidos respectivamente por las dependencias de la APF que integran el Grupo de Trabajo Intersecretarial.

Las estrategias se implementarán a partir de una serie de acciones que cada uno de los sectores en coordinación con otros sectores deberán llevar a cabo, con base en lo establecido en sus programas sectoriales o el compromiso que asuman dentro del Grupo de Trabajo Intersecretarial para dar cumplimiento a los objetivos de este POEGT. En este sentido, se definieron tres grandes grupos de estrategias: las dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio, las dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana y las dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional.

Los lineamientos ecológicos a cumplir son los siguientes:

1. Proteger y usar responsablemente el patrimonio natural y cultural del territorio, consolidando la aplicación y el cumplimiento de la normatividad en materia ambiental, desarrollo rural y ordenamiento ecológico del territorio.
2. Mejorar la planeación y coordinación existente entre las distintas instancias y sectores económicos que intervienen en la instrumentación del programa de ordenamiento ecológico general del territorio, con la activa participación de la sociedad en las acciones en esta área.
3. Contar con una población con conciencia ambiental y responsable del uso sustentable del territorio, fomentando la educación ambiental a través de los medios de comunicación y sistemas de educación y salud.
4. Contar con mecanismos de coordinación y responsabilidad compartida entre los diferentes niveles de gobierno para la protección, conservación y restauración del capital natural.
5. Preservar la flora y la fauna, tanto en su espacio terrestre como en los sistemas hídricos a través de las acciones coordinadas entre las instituciones y la sociedad civil.
6. Promover la conservación de los recursos naturales y la biodiversidad, mediante formas de utilización y aprovechamiento sustentable que beneficien a los habitantes locales y eviten la disminución del capital natural.
7. Brindar información actualizada y confiable para la toma de decisiones en la instrumentación del ordenamiento ecológico territorial y la planeación sectorial.
8. Fomentar la coordinación intersectorial a fin de fortalecer y hacer más eficiente al sistema económico.
9. Incorporar al SINAP las áreas prioritarias para la preservación, bajo esquemas de preservación y manejo sustentable.
10. Reducir las tendencias de degradación ambiental, consideradas en el escenario tendencial del pronóstico, a través de la observación de las políticas del Ordenamiento Ecológico General del Territorio.

En la siguiente figura se muestra la localización del trazo para el proyecto **“Conexión Viaducto Bicentenario (VB/CEM)”** dentro de la UAB 121, Depresión de México.

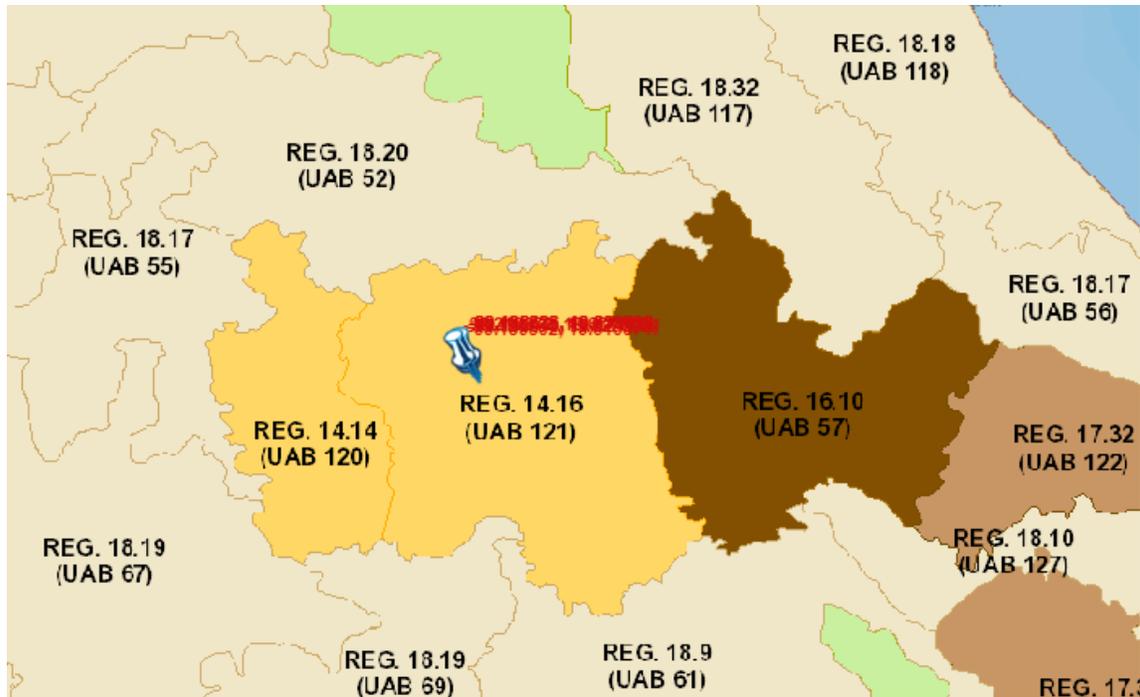


Figura III. 1 Región Ecológica, Unidad Ambiental Biofísica (UAB) 121 Depresión de México.

Fuente: SEMARNAT, 2012.

Las Estrategias sectoriales e información técnica de la UAB 21 que son aplicables al Proyecto se presentan en las tablas siguientes.

Tabla III. 1 Identificación de la Unidad Ambiental Biofísica 121.

Información Técnica UAB 121					
REGIÓN ECOLÓGICA: 14.16					
Unidad Ambiental Biofísica que la comprende: 121. Depresión de México					
Localización: En los Estados de México y Morelos. Alrededor del Distrito federal.					
Superficie en km²: 14,321.74 km ²		Población Total: 22'146,667 habitantes.		Población indígena: Mazahua – Otomí.	
UAB	Rectores del Desarrollo	Coadyuvantes del Desarrollo	Asociados del Desarrollo	Otros Sectores de Interés	Estrategias Sectoriales
121	Desarrollo Social-Turismo	Forestal – Industrial – Preservación de Flora y Fauna.	Agricultura – Ganadería - Minería	CFE - SCT	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 44.

Fuente: SEMARNAT, 2012.

Tabla III. 2 Estrategias de la Unidad Ambiental Biofísica 121.

Estrategias. UAB 121		Cumplimiento de Estrategia
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio		
A) Preservación	1. Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad.	En el área en la que se pretende la construcción del proyecto ya no se cuenta con ecosistemas naturales, dado que presenta un alto grado de perturbación al tratarse de una zona urbana.
	2. Recuperación de especies en riesgo.	Se llevaron a cabo muestreos específicos de flora y fauna para conocer las especies presentes en el lugar, de éstas, únicamente <i>Cupressus lusitanica</i> (Cedro Blanco) se encuentra dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010; sin embargo, es importante mencionar que los individuos presentes en el área son obtenidos de viveros, por lo que su distribución natural no se verá afectada.
	3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.	Para conocer qué especies se encuentran presentes en el sitio en el que se pretende llevar a cabo el Proyecto, se realizó una recopilación bibliográfica de especies reportadas, además de los muestreos correspondientes directamente en el sitio.
B) Aprovechamiento sustentable	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.	En el área en la que se busca llevar a cabo la construcción de Proyecto actualmente no se presentan ecosistemas naturales, dado que el sitio se encuentra inmerso en la mancha urbana. Por otra parte, el Proyecto no contempla actividades relacionadas al aprovechamiento de especies, genes y/o recursos naturales.
	5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.	No aplica. El proyecto no contempla llevar a cabo actividades agrícolas ni pecuarias.
	6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.	El proyecto no contempla la realización de actividades relacionadas con la modernización de la infraestructura hidroagrícola ni tecnificar las superficies agrícolas.
	7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	No aplica. No se llevarán a cabo actividades de aprovechamiento de recursos forestales.
	8. Valoración de los servicios ambientales.	Se llevaron a cabo muestreos en el sitio en el que se pretende llevar a cabo el Proyecto para conocer la biodiversidad de especies presentes y de este modo, valorar en qué medida influirá la construcción del Proyecto en los servicios ambientales que proporcionan dichas especies y proponer las medidas correspondientes.

Estrategias. UAB 121		Cumplimiento de Estrategia
C) Protección de los recursos naturales	9. Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados.	El proyecto contempla diferentes acciones que contribuyan a disminuir y/o mitigar los daños a la flora, faunas presentes, con el fin de preservar el equilibrio ecológico del sitio.
	12. Protección de los ecosistemas.	Se diseñarán medidas enfocadas en la conservación y restauración de especies vegetales nativas de la zona con la finalidad de evitar mayor deterioro y promover su protección, además de las actividades de ahuyentamiento de fauna silvestre.
	13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	No aplica. El proyecto no pretende la implementación de agroquímicos ni biofertilizantes.
D) Restauración	14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	No aplica, el desarrollo del proyecto se llevará a cabo en un predio urbanizado en una zona impactada con anterioridad.
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.	El proyecto no llevará a cabo actividades de aprovechamiento para el desarrollo económico y social de los recursos naturales no renovables.
	15 bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.	No aplica. El proyecto no contempla actividades mineras.
	16. Promover la reconversión de industrias básicas (textil, vestido, cuero, calzado, juguetes, entre otros) a fin de que se posicionen en los mercados doméstico e internacional.	El proyecto no llevará a cabo actividades relacionadas a industrias básicas (textil, vestido, cuero, calzado, juguetes, entre otros).
	17. Impulsar el escalamiento de la producción hacia manufacturas de alto valor agregado (automotriz, electrónica, autopartes, entre otras).	No aplica. El proyecto no contempla las actividades que se presentan en esta estrategia.
	19. Fortalecer la confiabilidad y seguridad energética para el suministro de electricidad en el territorio, mediante la diversificación de fuentes de energía, incremento de participación de tecnologías limpias, permitiendo de esta forma disminuir la dependencia de combustibles fósiles y las emisiones de gases de efecto invernadero.	El proyecto no tiene por objetivo el fortalecimiento de energético.

Estrategias. UAB 121		Cumplimiento de Estrategia
	20. Mitigar el incremento de las emisiones de Gases Efecto Invernadero y reducir los efectos del Cambio Climático, promoviendo las tecnologías limpias de generación eléctrica y facilitando el desarrollo del mercado de bioenergéticos bajo condiciones competitivas, protegiendo la seguridad alimentaria y la sustentabilidad ambiental.	El proyecto no tiene por objetivo promover energías limpias de generación eléctrica.
	21. Reducir los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo.	No aplica. El proyecto no llevará a cabo actividades relacionadas al sector turístico.
	22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional.	
	23. Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gasto del turista). Beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional).	El proyecto no contempla actividades que fomenten el turismo.
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana		
A) Suelo urbano y vivienda	24. Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio.	El proyecto no contempla la construcción de viviendas, sin embargo, contribuirá a proveer de elementos que faciliten el tránsito seguro de la población por las diferentes vías de comunicación presentes.
C) Agua y Saneamiento	25. Prevenir y atender los riesgos naturales en acciones coordinadas con la sociedad civil.	No aplica.
	26. Promover la Reducción de la Vulnerabilidad Física.	En la etapa de construcción se implementarán las medidas de seguridad necesarias para evitar accidentes del personal que trabaje en la obra. Además, se colocarán señalamientos para prevenir contingencias a nivel local y reducir con ello la vulnerabilidad física tanto de pobladores como de usuarios.
C) Agua y Saneamiento	27. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región.	El proyecto no considera la explotación, ni la manipulación de los recursos hídricos, alcantarillado y/o saneamiento de la región. Por otra parte, es importante mencionar que su diseño considera los elementos técnicos necesarios para respetar los sistemas de aguas a través del seguimiento a las
	28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico.	

Estrategias. UAB 121	Cumplimiento de Estrategia
	29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.
D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional	30. Construir y modernizar la red carretera a fin de ofrecer mayor seguridad y accesibilidad a la población y así contribuir a la integración de la región.
	31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.
	32. Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de las mismas para impulsar el desarrollo regional.
E) Desarrollo social	35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos.
	36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza.
	37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.
	38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.
	39. Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza.
	recomendaciones de los organismos encargados de la regulación de aguas.
	El proyecto se encuentra enfocado a mejorar las vías de comunicación presentes en el sitio, y con ello contribuir e impulsar el mejoramiento del desarrollo de las ciudades.
	El proyecto no considera la construcción de desarrollos habitacionales que provoquen la expansión desordenada de la Ciudad.
	No aplica. La empresa no tiene por objetivo llevar a cabo actividades de mejora de la seguridad social, toda vez que se trata de un proyecto vial para disminuir el tráfico vehicular.
	Las actividades del Proyecto no están relacionadas al sector agroalimentario.
	El proyecto no realizará actividades de desarrollo social ni económico-productivas en núcleos agrarios.
	No aplica. El proyecto no realizará actividades de desarrollo social. Sin embargo, durante las diferentes etapas del mismo, generará fuentes de empleo temporal, contribuyendo a mejorar las condiciones y calidad de vida de los pobladores.
	El proyecto no pretende llevar a cabo actividades relacionadas al sector salud.

Estrategias. UAB 121		Cumplimiento de Estrategia
	40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación.	
	41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.	No aplica. El no realizará actividades de desarrollo social.
Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional		
A) Marco jurídico	42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	La zona en la que se pretende llevar a cabo el proyecto tiene un alto grado de urbanización, por lo que no se verán dañados los derechos de propiedad rural.
B) Planeación del ordenamiento territorial	44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.	El proyecto dará cumplimiento de los criterios de los ordenamientos ecológicos aplicables a nivel federal y estatal, tales como el presente ordenamiento.

Comentario:

El proyecto “**Conexión Viaducto Bicentenario (VB/CEM)**” cumplirá ampliamente con los lineamientos de la UBA 121, ya que hará uso de predios con presencia de vegetación dentro de la mancha urbana, además de generar empleos temporales durante las etapas de preparación del sitio y construcción.

III.2 Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de México

El Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de México (POETEM) es un instrumento de política ambiental que tienen como objetivo inducir los usos del suelo y las actividades productivas con la finalidad de lograr la protección al ambiente, la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, como soporte y guía a la regulación del uso del suelo.

El Programa dividió el estado en Unidades de Gestión Ambiental (UGA), para las cuales, definió objetivos territoriales, políticas ambientales de protección, conservación, restauración y aprovechamiento sustentable y de compatibilidad de usos de suelo. Las UGA Ag-1-90 y Ag-2-103 en las que se encuentra el proyecto, se muestra en la siguiente figura.

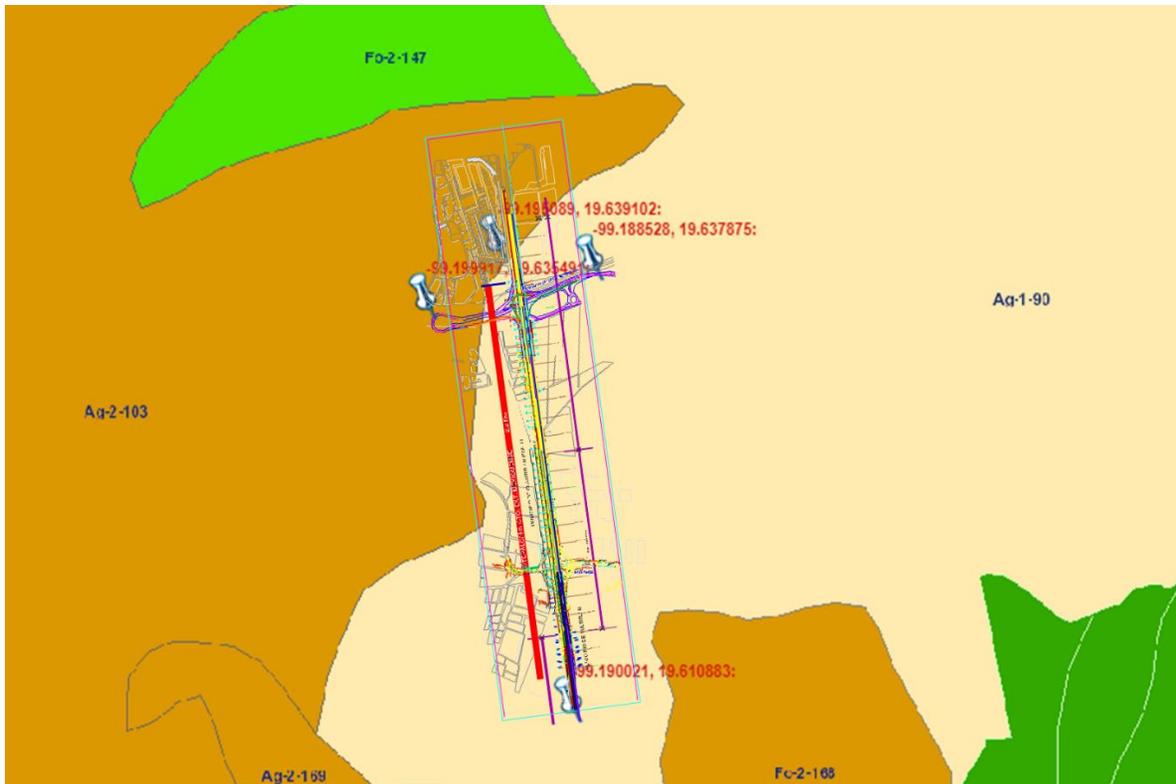


Figura III. 2 Ubicación del Proyecto dentro de la Unidad de Gestión Ambiental Ag-1-90.

Fuente: SIORE

En las siguientes tablas se muestra el uso predominante, la política ambiental, los criterios de regulación ecológica y la vinculación con el Proyecto de las UGA antes mencionadas.

Tabla III. 3 Unidad Ecológica Ag-1-90.

Municipio	Unidad Ecológica	Clave de la Unidad	Uso Predominante	Fragilidad Ambiental	Política Ambiental	Criterios De Regulación Ecológica
Cuautitlán Izcalli	13.4.1.075.090	Ag-1-90	Agricultura	Mínima	Aprovechamiento	1-28

Tabla III. 4 Unidad Ecológica Ag-2-103.

Municipio	Unidad Ecológica	Clave de la Unidad	Uso Predominante	Fragilidad Ambiental	Política Ambiental	Criterios De Regulación Ecológica
Cuautitlán Izcalli	13.4.062.103	Ag-2-103	Agricultura	Baja	Restauración	1-28

Las Unidades Ecológicas Ag-1-90 y Ag-2-103 siguen los criterios de regulación ecológica 1 a 28, por lo que su vinculación con el Proyecto se presenta en la siguiente tabla.

Tabla III. 5 Criterios de regulación ambiental de las Unidades Ecológicas Ag-1-90 y Ag-2-103 así como su vinculación con el proyecto.

ACTUALIZACIÓN DEL MOETEM		
CRITERIOS DE REGULACIÓN AMBIENTAL A CONSIDERAR EN EL DESARROLLO URBANO		
No.	Especificación	Vinculación con el proyecto
1	Consolidación urbana de los centros de población existentes, respetando su contexto ambiental de acuerdo con lo dispuesto en la normatividad.	La construcción del proyecto pretende mejorar las vialidades presentes en los centros de población existentes en el sitio, siguiendo la normatividad aplicable.
2	Promover la construcción prioritariamente de terrenos baldíos dentro de la marcha urbana.	El sitio en el que se pretende la construcción del proyecto se encuentra dentro de la mancha urbana.
3	Evitar el desarrollo de asentamientos humanos en las áreas naturales protegidas.	No aplica. El área en la que se busca construir el Proyecto no se encuentra dentro de un Área Natural Protegida.
4	Promover la restauración ecológica y reverdecimiento de los asentamientos humanos, hasta alcanzar el 12% mínimo de área verde del total de un predio.	El proyecto no contempla la construcción de asentamientos urbanos.
5	Garantizar la conservación de áreas que, de acuerdo a sus características ambientales (flora, fauna, especies con estatus con valor histórico o cultura entre otro), lo ameriten.	El proyecto no afectará ningún área que amerite su conservación, ya que la zona en la que se pretende construir presenta un alto grado de perturbación. Sin embargo, el área libre contará con una plantación en la parte baja del viaducto elevado.
6	Conservar las áreas verdes como zona de recarga y pulmón de la zona urbana, con énfasis en áreas de preservación.	Se contará con una plantación en la parte baja del viaducto elevado.
7	Toda nueva construcción debería incluir en su diseño lineamientos de acuerdo al entorno natural.	La zona en la que se pretende llevar a cabo el proyecto se encuentra altamente modificada; sin embargo, se contará con una plantación en la parte baja del viaducto elevado.
8	No se permitirá la construcción en lugares con alta incidencia de peligros naturales como zonas de cárcavas, barrancas, suelos con niveles superficiales de mantos freáticos, fracturas, fallas, taludes, suelos arenosos, zonas de inundación, deslave, socavones, minas, almacenamiento de combustible, líneas de alta tensión o riesgo volcánico, así como infraestructura que represente un riesgo a la población, a menos que se cuente con un proyecto técnico que garantice la seguridad de las construcciones.	El proyecto sujeto a evaluación no se encuentra dentro de una zona con alta incidencia de peligros naturales.
9	Los municipios, por conducto del estado, podrán celebrar convenios con la federación o con otras entidades, en materia de protección al ambiente, preservación y restauración del equilibrio ecológico.	No aplica. El proyecto se pretende llevar a cabo en una zona urbana. Sin embargo, se tomarán las medidas necesarias para evitar daños al ambiente.

ACTUALIZACIÓN DEL MOETEM		
CRITERIOS DE REGULACIÓN AMBIENTAL A CONSIDERAR EN EL DESARROLLO URBANO		
No.	Especificación	Vinculación con el proyecto
10	Los municipios, por conducto del estado, podrán convenir con la Comisión Nacional del Agua (CNA) la administración de las barrancas urbanas, con objeto de mantener el espacio verde y zonas de infiltración.	El proyecto no tiene por objetivo llevar a cabo la administración de barrancas urbanas.
11	Prohibir todo tipo de obras y actividades en derechos de vía, zonas federales, estatales y dentro o alrededor de zonas arqueológicas cuando no se cuente con la aprobación expresa de las dependencias responsables.	No se identificaron zonas arqueológicas cercanas al sitio en el que se pretende llevar a cabo el proyecto.
12	Que toda autorización para el desarrollo urbano e infraestructura en el estado, esté condicionada a que se garantice el suministro de agua potable y las instalaciones para el tratamiento de aguas residuales.	No aplica. El proyecto no pretende la construcción de desarrollos urbanos ni contempla en su infraestructura instalaciones que requieran de plantas de tratamiento de aguas residuales.
13	Aplicación de diseño bioclimático (orientación solar, ventilación anual, y uso de materiales de la región) en el desarrollo urbano, particularmente en espacios escolares y edificaciones públicas.	El proyecto no contempla la construcción de espacios escolares ni edificaciones públicas.
14	Definir los sitios para centros de transferencia y/o de acopio para el manejo de residuos sólidos domiciliarios.	Las actividades del Proyecto no están relacionadas con la construcción de centros de transferencia y/o de acopio de residuos sólidos.
15	Incorporar en los desarrollos habitacionales, mayores de 10 viviendas, sistemas de captación de agua pluvial (de lluvia), mediante pozos de Normatividad.	No aplica. El proyecto no llevará a cabo la construcción de desarrollos habitacionales.
16	Se deberán desarrollar sistemas para la separación de aguas residuales y pluviales, así como el manejo reciclado y tratamiento de residuos sólidos.	Las aguas residuales y los residuos sólidos urbanos generadas durante diferentes etapas del proyecto, se colectarán por empresas autorizadas.
17	Promover proyectos ecológicos de asentamientos populares productivos con áreas verdes y espacios comunitarios.	El proyecto no llevará a cabo actividades relacionadas a la construcción de asentamientos populares.
18	En los estacionamientos al aire libre de centros comerciales y de cualquier otro servicio o equipamiento, se utilizarán materiales permeables (adocreto, adopasto, adoquín, empedrado, entre otros); se evitará el asfalto, cemento y demás materiales impermeables y se dejarán espacios para áreas verdes, sembrando árboles en el perímetro y cuando menos un árbol por cada cuatro cajones de estacionamiento.	No aplica. No se llevará a cabo la construcción de estacionamientos al aire libre.
19	En estacionamientos techados, en edificios y multifamiliares y estructuras semejantes, se captará y conducirá el agua pluvial hacia pozos de absorción.	No aplica. No se llevará a cabo la construcción de estacionamientos techados.
20	Todo proyecto arquitectónico, tanto comercial, como de servicios deberá contar con sistemas de ahorro de agua y energía eléctrica.	El proyecto no contempla construcciones comerciales.

ACTUALIZACIÓN DEL MOETEM		
CRITERIOS DE REGULACIÓN AMBIENTAL A CONSIDERAR EN EL DESARROLLO URBANO		
No.	Especificación	Vinculación con el proyecto
21	Las vialidades contarán con vegetación arbolada en las zonas de derecho de vía, camellones y banquetas. Las especies deberán ser acordes a los diferentes tipos de vialidades, para evitar cualquier tipo de riesgo, desde la pérdida de visibilidad, hasta deterioro en las construcciones y banquetas, incluyendo la caída de ramas o derribo de árboles, con raíces superficiales, por efecto del viento.	El Proyecto respetará las zonas destinadas al derecho de vía, camellones y banquetas, haciendo uso de vegetación que permita la visibilidad de los conductores.
22	En el desarrollo urbano se promoverá el establecimiento de superficies que permitan la filtración del agua de lluvia al subsuelo (en vialidades, estacionamientos, parques, patios, entre otros).	La vegetación que se tiene contemplada permitirá la captación e infiltración de agua.
23	Se promoverá en los derechos de vías férreas, dentro de las zonas urbanas, que se cuente con setos o vegetación similar, que ayude a evitar el tránsito peatonal, mejorar la imagen urbana y preservar el medio ambiente.	No aplica. En el sitio en el que se pretende llevar a cabo el proyecto no hay vías férreas.
24	En todo proyecto de construcción se deberá dejar, por lo menos, un 12% de área jardinada.	El Proyecto contempla un área destinada al derecho de vía.
25	Evitar el desarrollo urbano en las inmediaciones a los cinco distritos de riego agrícola (033 Estado de México, 044 Jilotepec, 073 La Concepción, 088 Chiconautla y 096 Arroyo Zarco), en suelos de alta productividad.	No aplica. El proyecto no incide en ningún distrito de riego agrícola.
26	Desarrollar instrumentos financieros en apoyo de quienes observen las acciones previstas en los criterios del 15 al 20.	No aplica.
27	Es necesario considerar en el desarrollo de infraestructura, las obras de ingeniería para evitar siniestros en las zonas de inundación.	El proyecto contempla en su infraestructura, obras de ingeniería para evitar cualquier tipo de siniestros.
28	En los casos de asentamientos humanos que se encuentran en el interior de las áreas de alta productividad agrícola, se recomienda el control de su crecimiento y expansión.	No aplica. El proyecto no contempla llevar a cabo la construcción de asentamientos humanos, ni se encuentra cerca de áreas de productividad agrícola.

Comentario:

Con base en los lineamientos del POETEM, el proyecto se localiza en una Unidad de Gestión Ambiental con una política ambiental de aprovechamiento y una fragilidad ambiental mínima. Es importante resaltar que el Proyecto “**Conexión Viaducto Bicentenario (VB/CEM)**” cumplirá con los Criterios de regulación ambiental a considerar en el desarrollo urbano, correspondientes a las UGA Ag-1-90 y Ag-2-130, según los lineamientos del Ordenamiento Estatal.

III.3 Planes de Desarrollo Urbano Municipal**III.3.1 Plan de Desarrollo Urbano Municipal de Cuautitlán Izcalli 2019 -2021**

El principal objetivo del presente Plan de Desarrollo Urbano es mejorar el nivel de vida de los pobladores de Cuautitlán Izcalli, a partir del diseño de políticas públicas transversales.

En la siguiente tabla se presentan algunos de los puntos y estrategias diseñadas a implementar por el presente plan de desarrollo, así como su vinculación con el Proyecto.

Tabla III. 6 Objetivos y Estrategias aplicables del Plan de Desarrollo Urbano Municipal de Cuautitlán Izcalli 2019 - 2021 y su vinculación con el Proyecto.

Plan de Desarrollo Urbano Municipal de Cuautitlán Izcalli	Vinculación con el Proyecto
Planeación Estratégica (Misión y Visión del Gobierno Municipal)	
Objetivos PDM 2019 - 2021	
Desarrollar, mantener y mejorar las condiciones de la infraestructura municipal que contribuya a la movilidad y desarrollo regional, así como de la vida de los habitantes.	El Proyecto contribuirá a las mejoras en la movilidad regional, brindando beneficios a los habitantes no solo del municipio, sino de los que hagan uso de las vialidades.
Estrategias PDM 2019 - 2021	
Desarrollar un programa de mantenimiento o ampliación de la infraestructura municipal.	Con la construcción del Proyecto se dará cumplimiento a la estrategia enfocada a la ampliación de la infraestructura vial municipal.
Realizar acciones en materia de mejoras a las vialidades para la ciudadanía, ejecutando los trabajos con material de calidad en los tiempos estipulados a fin de aminorar afectaciones.	El Proyecto contribuirá a mejorar las vialidades presentes en el sitio, utilizando materiales de calidad y planeando de manera eficiente el tiempo de construcción para aminorar afectaciones.
Gestionar eficazmente los recursos para la implementación de mejoras viales conforme a la normatividad vigente y en apego a las reglas de operación	La construcción del Proyecto se apegará a la normatividad y reglas de operación vigentes.
Desarrollar proyectos para el mejoramiento de la infraestructura vial.	El Proyecto busca el mejoramiento de la infraestructura vial del municipio, dando cumplimiento a la presente estrategia.
Líneas de acción PDM 2019 - 2021	
Llevar a cabo proyectos conceptuales de infraestructura y vialidades.	El Proyecto contribuirá a mejorar la infraestructura vial en el municipio.
Proponer y gestionar ante las diferentes instancias de gobierno los temas de movilidad, reordenamiento del transporte público y la modernización de la infraestructura vial del municipio.	
Coordinar con las diferentes dependencias del municipio para llevar a cabo proyectos de mejoramiento vial.	

III.3.2 Plan de Desarrollo Urbano Municipal de Tultitlán 2019 -2021

El Plan de Desarrollo Municipal 2019-2021 tiene por objeto establecer los parámetros para un ejercicio de la administración pública en Tultitlán, con un enfoque de integralidad, para la atención de las demandas de mejores servicios públicos para los habitantes del municipio.

Algunos de los puntos y estrategias diseñadas a implementar por el presente plan de desarrollo, así como su vinculación con el Proyecto, se presentan en la siguiente tabla.

Tabla III. 7. Objetivos y Estrategias aplicables del Plan de Desarrollo Urbano Municipal de Tultitlán 2019 - 2021 y su vinculación con el Proyecto.

Plan de Desarrollo Urbano Municipal de Tultitlán	Vinculación con el Proyecto
Objetivos PDM 2019 - 2021	
Rehabilitar la infraestructura vial del municipio que comunique a Tultitlán de forma eficiente con los municipios de la región.	El Proyecto contribuirá a las mejoras en la movilidad regional, brindando beneficios a los habitantes no solo del municipio, sino de los que hagan uso de las vialidades.
Estrategias PDM 2019 - 2021	
Realizar obras de pavimentación y repavimentación en calles y avenidas del Municipio para mejorar las vías de comunicación entre comunidades.	Con la construcción del Proyecto se dará cumplimiento a la estrategia enfocada a mejorar las vías de comunicación.
Mejorar la circulación vehicular en las principales vialidades de acceso y salida del municipio a través de obras de pavimentación y repavimentación.	El Proyecto contribuirá a mejorar la circulación vehicular en las principales vialidades en las que estará inmerso.

III.4 Decretos y Programas relacionados a las Áreas Naturales Protegidas (ANPs)

- **Áreas Naturales Protegidas**

Las Áreas Naturales Protegidas (ANP), se han destinado a ser zonas de conservación y restauración por la gran cantidad de especies que albergan, así como por los servicios ambientales que ofrecen. En México existen diferentes categorías de Áreas Naturales Protegidas: federales, estatales, municipales, comunitarias, ejidales y privadas.

De acuerdo con la CEPANAF, hasta el momento, existen 97 Áreas Naturales Protegidas en el Estado de México, de las cuales, 2 se encuentran en el municipio de Cuautitlán Izcalli (Parque Estatal para la Protección y Fomento del “Santuario del Agua Laguna de Zumpango” y Parque Estatal denominado “Santuario del Agua y Forestal Presa Guadalupe”), sin embargo, el Proyecto no recae en ninguna de éstas.

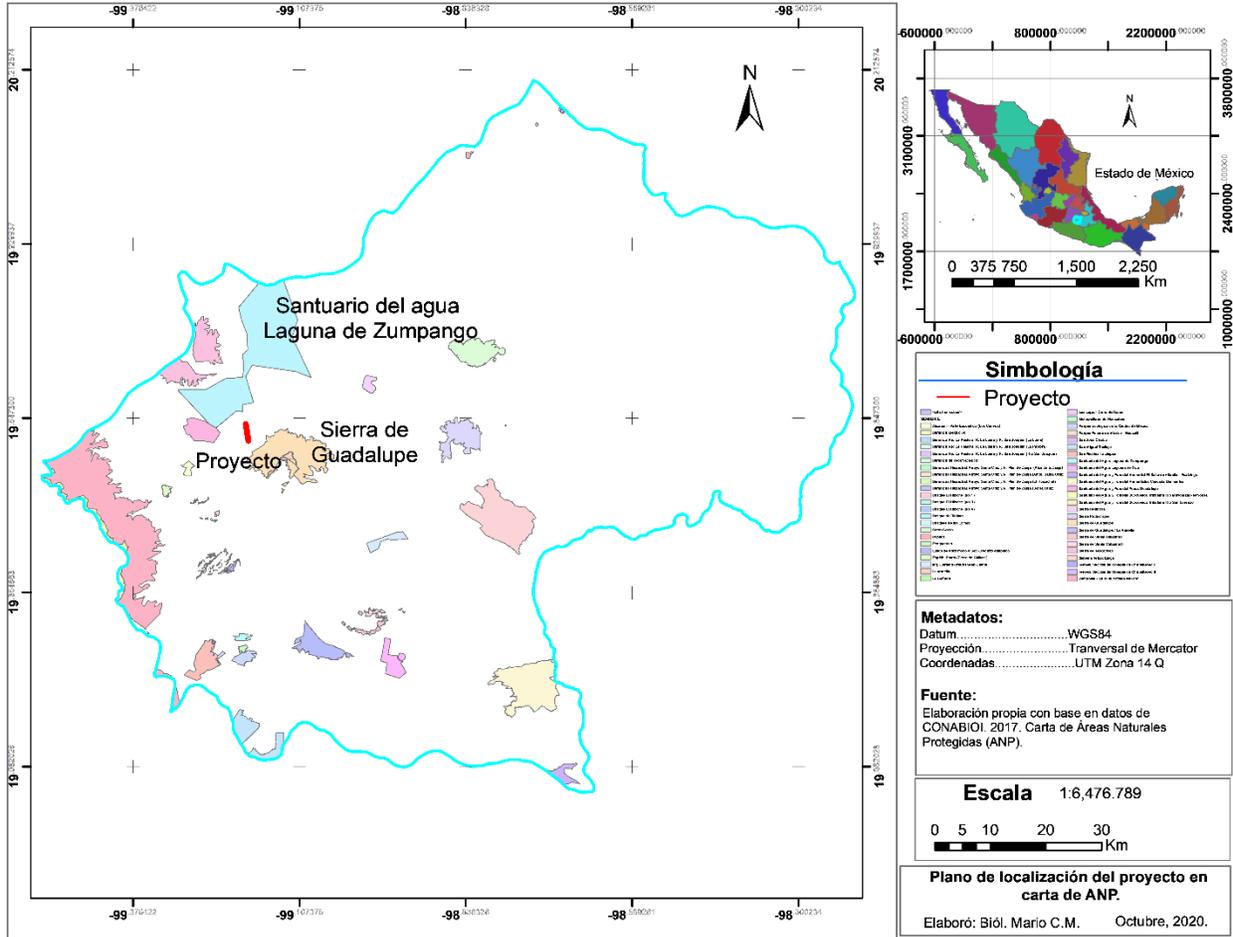


Figura III. 3. Áreas Naturales Protegidas Federales más cercanas a la ubicación del Proyecto.

- **Regiones Terrestres Prioritarias de México (RTP)**

Las Regiones Terrestres Prioritarias destacan por poseer una gran riqueza de especies y por lo mismo, tiene la facultad de asignarse como zona para la conservación. En la siguiente imagen se muestra que las dos Regiones Terrestres Prioritarias más cercanas al Proyecto son Ajusco – Chichinautzin y Sierra Nevada, sin embargo, el Proyecto no recae sobre ninguna.

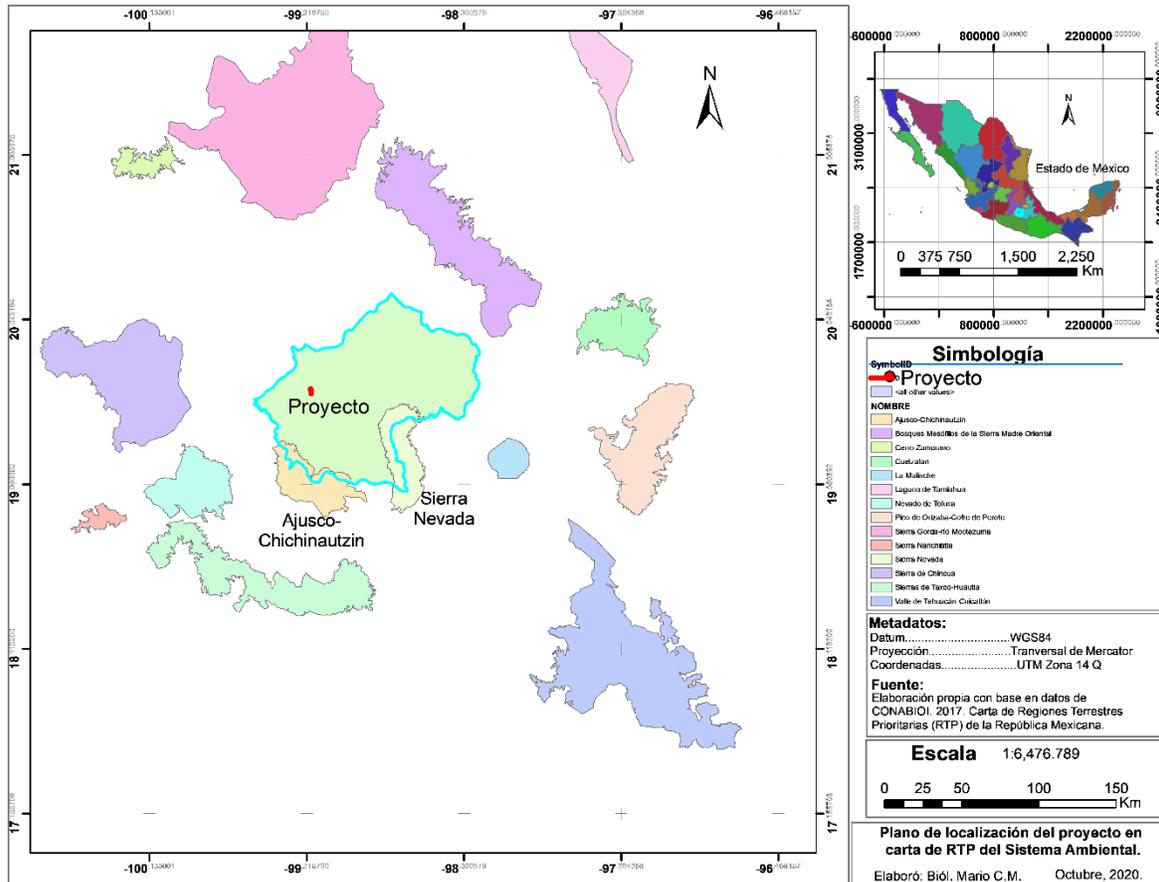


Figura III. 4. Regiones Terrestres Prioritarias más cercanas a la ubicación del Proyecto.

- **Regiones Hidrológicas Prioritarias de México**

El principal objetivo de las Regiones Hidrológicas Prioritarias es obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país, tomando en cuenta tanto la biodiversidad, como los patrones sociales y económicos, con el fin de establecer un marco de referencia que permita llevar a cabo planes de investigación, conservación y uso sostenible.

En la siguiente figura se muestra que el Proyecto no recae en ninguna RHP, y las más cercanas a la ubicación del Proyecto son Llanos de Apan y Complejo lacustre Cuenca de México.

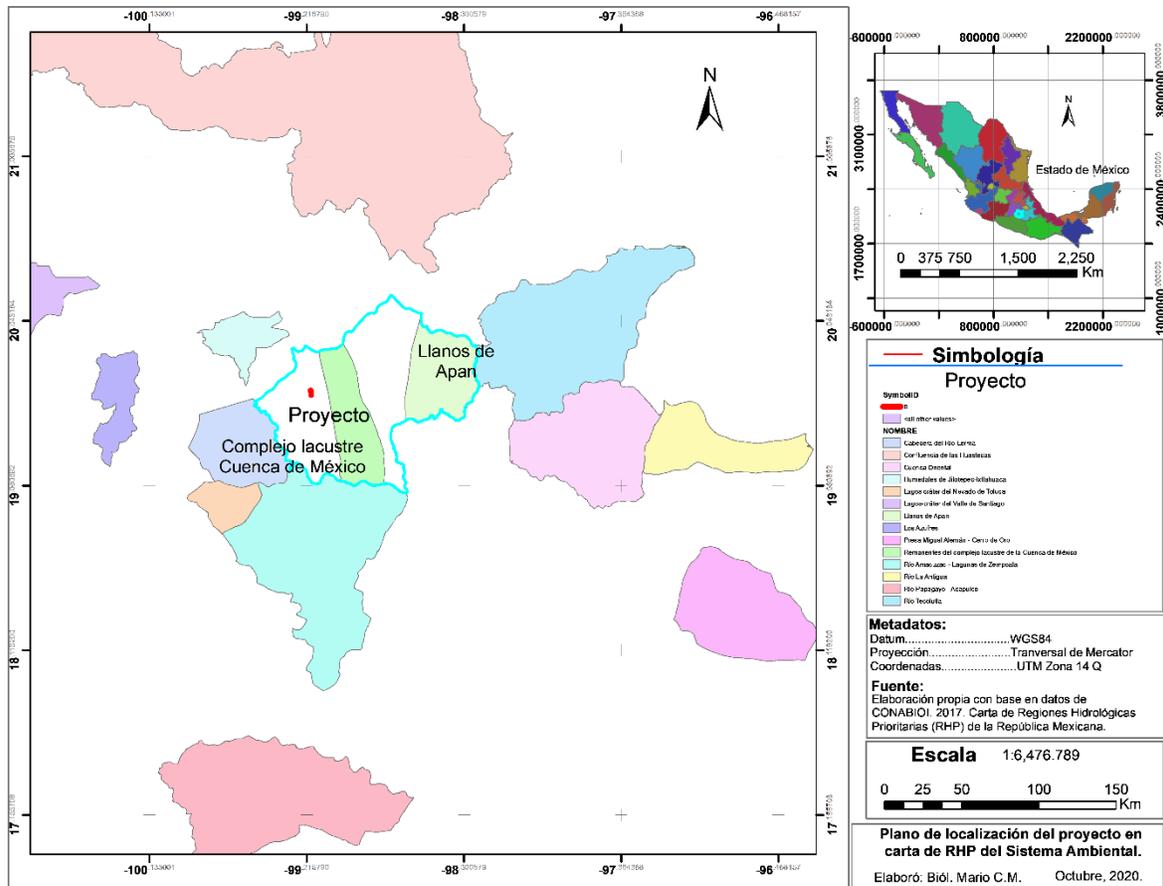


Figura III. 5. Regiones Hidrológicas Prioritarias cercanas al Proyecto.

- **Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA)**

Las AICAs buscan la conservación de ciertas zonas para favorecer a las poblaciones de distintas especies de aves. Dentro del Sistema Ambiental, se ubican 5 AICAs, siendo la más cercana al Proyecto el Lago de Texcoco, como se muestra en la siguiente figura.

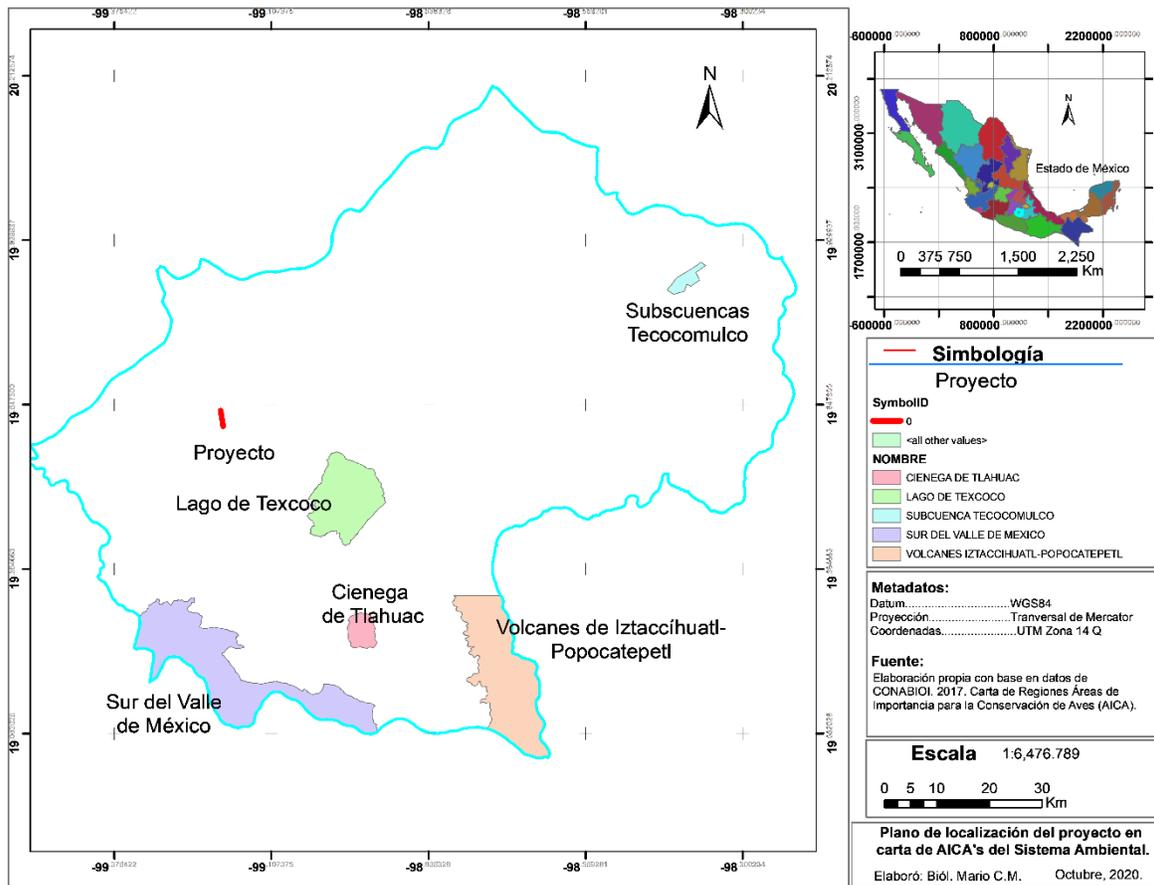


Figura III. 6. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAs) más cercanas a la ubicación del Proyecto.

III.5 Normas Oficiales Mexicanas

Las diferentes etapas del proyecto incidirán con diversos aspectos regulados a través de diferentes Normas Oficiales Mexicanas, las cuales se mencionan a continuación, así como las actividades del proyecto que darán cumplimiento a las mismas.

III.5.1 Agua

Tabla III. 8. Normas Oficiales Mexicanas en materia de Agua

Norma Oficial Mexicana	Nombre	Actividades a realizar para el cumplimiento
Para las aguas residuales		
NOM-001-SEMARNAT-1996	Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales	Durante las etapas de Preparación del Sitio y Construcción, se contempla la generación de aguas residuales, provenientes de los servicios sanitarios de los trabajadores en letrinas portátiles, sin embargo, su manejo se llevará a cabo mediante empresas autorizadas para su disposición final. En todo momento se considerarán los elementos técnicos necesarios para respetar los sistemas de aguas y las recomendaciones de los organismos encargados de la regulación de las mismas.
NOM-002-SEMARNAT-1996	Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.	

III.5.2 Aire

Tabla III. 9 Normas Oficiales Mexicanas en materia de Aire

Norma Oficial Mexicana	Nombre	Actividades a realizar para el cumplimiento
Para calidad del aire		
NOM-041-SEMARNAT-2006	Que establece los límites permisibles de emisiones de gases contaminaste del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible	Se aplicará que incluya la obtención de la verificación correspondiente de cada uno de los automotores utilizados durante la Preparación del sitio y Construcción del Proyecto de manera semestral.
NOM-045-SEMARNAT-2006	Protección ambiental. - Vehículos en circulación que usan Diesel como combustible. - Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de pruebas y características técnicas del equipo de medición.	

III.5.3 Residuos

Tabla III. 10. Normas Oficiales Mexicanas en materia de Residuos

Norma Oficial Mexicana	Nombre	Actividades a realizar para el cumplimiento
Para el control y manejo de residuos peligrosos		
NOM-052-SEMARNAT-2005	Que establece las características, el procedimiento de identificación y los listados de los residuos peligrosos.	Durante las diferentes etapas del Proyecto será implementado un Plan de manejo específico de residuos peligrosos y se dispondrán en centros autorizados.
NOM-054-SEMARNAT-1993	Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la Norma Oficial	Se realizará el estudio de compatibilidad de residuos peligrosos que se generen durante las diferentes etapas del proyecto. Estos, serán almacenados y posteriormente se dispondrán en centros autorizados.
Para el control y manejo de los residuos de manejo especial		
NTEA-011-SMA-RS-2008	Que establece los requisitos para el manejo de los residuos de la construcción para el Estado de México	Los residuos de la construcción serán seleccionados y separados desde la fuente de generación, posteriormente, serán almacenados dentro del predio, para así evitar la obstrucción de la vía pública y alcantarillado. Finalmente, serán dispuestos en sitios autorizados.

III.5.4 Ruido

Tabla III. 11 Normas Oficiales Mexicanas en materia de Ruido

Norma Oficial Mexicana	Nombre	Actividades a realizar para el cumplimiento
Para el control de la contaminación auditiva		
NOM-080-SEMARNAT-1994	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.	Se implementará un programa de mantenimiento que incluya actividades preventivas y correctivas que disminuyan al mínimo el ruido proveniente del escape de los vehículos.

III.5.5 Flora y Fauna

Tabla III. 12. Normas Oficiales Mexicanas en materia de Flora y Fauna

Norma Oficial Mexicana	Nombre	Actividades a realizar para el cumplimiento
Para la protección de flora y fauna silvestre		
NOM-059-SEMARNAT-2010	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.	Se implementarán durante las etapas de Preparación del Sitio y Construcción, actividades de ahuyentamiento de fauna que llegara a estar presente en el área.

III.5.6 Suelo

Tabla III. 13 Normas Oficiales Mexicanas en materia de Suelo

Norma Mexicana	Oficial	Nombre	Actividades que la Promovente realizará para el cumplimiento
Para el control de suelos contaminados			
NOM-138-SEMARNAT/SS-2003.		Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación	Se contará con un programa contra derrame de hidrocarburos en caso de derrames o fugas de hidrocarburos como aceite gastado o combustible de los vehículos y maquinaria.

III.6 Leyes Federales y sus Reglamentos aplicables

III.6.1 Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y su Reglamento

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), se publicó el 28 de enero de 1988, y su última reforma, se dio a conocer el 5 de junio de 2018 en el Diario Oficial de la Federación. Dicha Ley se reglamenta en las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos referentes a la preservación y restauración del equilibrio ecológico. Es de orden público e interés social, y tiene por objetivo propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente sano para su desarrollo, salud y bienestar; aprovechamiento sustentable, la preservación y, en su caso, la restauración del suelo, el agua y los demás recursos naturales, de manera que sean compatibles la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la preservación de los ecosistemas; garantizar la participación corresponsable de las personas, en forma individual o colectiva, en la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente.

En la Tabla se describen los artículos de la LGEEPA aplicables y su vinculación con el proyecto.

Tabla III. 14 Artículos aplicables durante el desarrollo del Proyecto.

Artículo	Vinculación con el Proyecto y cumplimiento
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 además puedan causar un desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para Proteger el ambiente, preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el Medio Ambiente. I.- Obras hidráulicas, vías generales de comunicación , oleoductos, gasoductos, carbo ductos y poliductos;	En cumplimiento a este artículo y toda vez que el Proyecto se refiere a la conexión del Viaducto Bicentenario con el Circuito Exterior Mexiquense (VB-CEM), se presentará a la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) el Estudio de Impacto Ambiental en su modalidad Particular para su evaluación y solicitud de autorización en materia de impacto ambiental.
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	El Promovente presentará ante la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) la solicitud para la autorización en materia de impacto ambiental, anexando: la Manifestación de Impacto Ambiental modalidad particular, un resumen del

Artículo	Vinculación con el Proyecto y cumplimiento
<p>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.</p> <p>Cuando se trate de actividades consideradas altamente riesgosas en los términos de la presente Ley, la manifestación deberá incluir el estudio de riesgo correspondiente.</p> <p>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.</p> <p>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.</p>	<p>contenido de la manifestación de impacto ambiental, presentado en disco y copia sellada de la constancia del pago de derechos correspondientes.</p>
<p>Artículo 113. No deberán emitirse contaminantes a la atmósfera que ocasionen o puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente. En todas las emisiones a la atmósfera, deberán ser observadas las previsiones de esta Ley y de las disposiciones reglamentarias que de ella emanen, así como las normas oficiales mexicanas expedidas por la Secretaría.</p>	<p>Se implementarán medidas de mitigación para controlar la generación de partículas ocasionadas durante las etapas de Preparación del sitio y Construcción del Proyecto.</p>
<p>Artículo 117. Para la prevención y control de la contaminación del agua se considerarán los siguientes criterios:</p> <p>I. La prevención y control de la contaminación del agua, es fundamental para evitar que se reduzca su disponibilidad y para proteger los ecosistemas del país.</p>	<p>Durante las diferentes etapas del Proyecto, el Promovente implementará procedimientos para el manejo de residuos peligrosos (estopas y embaces impregnados de hidrocarburos, derrames de aceite y/o combustible, durante el suministro a maquinaria y equipo) que se utilicen y/o generen, evitando la contaminación del agua superficial o subterránea.</p> <p>Asimismo, las aguas residuales generadas en los sanitarios portátiles durante las etapas de preparación del sitio, serán transportadas y dispuestas por empresas autorizadas para que éstas sean tratadas y cumplan con los parámetros de descarga, previniendo con esto la contaminación de agua.</p> <p>Durante el desarrollo del proyecto no se comprometerá ningún cuerpo de agua que pudiese poner en riesgo su integridad.</p>

Artículo	Vinculación con el Proyecto y cumplimiento
<p>Artículo 121. No podrán descargarse o infiltrarse en cualquier cuerpo o corriente de agua o en el suelo o subsuelo, aguas residuales que contengan contaminantes, sin previo tratamiento y el permiso o autorización de la autoridad federal, o de la autoridad local en los casos de descargas en aguas de jurisdicción local o a los sistemas de drenaje y alcantarillado de los centros de población.</p>	<p>Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, las aguas residuales generadas en los sanitarios portátiles, serán transportadas y dispuestas por empresas autorizadas para que éstas sean tratadas y cumplan con los parámetros de descarga, previniendo con esto la contaminación de agua.</p> <p>Asimismo, se evitará el vertimiento de aguas de lavado de maquinaria, herramientas y equipo a cualquier cuerpo o corriente de agua o en el suelo o subsuelo.</p> <p>Se implementarán procedimientos específicos para el Manejo de Residuos de aguas residuales que establezcan la prohibición de la disposición de residuos sobre suelo natural.</p>
<p>Artículo 123. Todas las descargas en las redes colectoras, ríos, acuíferos, cuencas, cauces, vasos, aguas marinas y demás depósitos o corrientes de agua y los derrames de aguas residuales en los suelos o su infiltración en terrenos, deberán satisfacer las normas oficiales mexicanas que para tal efecto se expidan, y en su caso, las condiciones particulares de descarga que determine la Secretaría o las autoridades locales. Corresponderá a quien genere dichas descargas, realizar el tratamiento previo requerido.</p>	<p>Las aguas residuales generadas en los sanitarios portátiles, durante las diferentes etapas del Proyecto, serán transportadas y dispuestas por empresas autorizadas para que éstas sean tratadas y cumplan con los parámetros de descarga, previniendo con esto la contaminación de agua.</p>
<p>Artículo 134. Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se considerarán los siguientes criterios:</p> <p>II. Deben ser controlados los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos;</p> <p>III.- Es necesario prevenir y reducir la generación de residuos sólidos, municipales e industriales; incorporar técnicas y procedimientos para su reuso y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficientes;</p> <p>V.- En los suelos contaminados por la presencia de materiales o residuos peligrosos, deberán llevarse a cabo las acciones necesarias para recuperar o restablecer sus condiciones, de tal manera que puedan ser utilizados en cualquier tipo de actividad prevista por el programa de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que resulte aplicable.</p>	<p>El Promovente implementará procedimientos para el manejo de los residuos sólidos municipales, de manejo especial y peligrosos generados durante las diferentes etapas del Proyecto, supervisado la aplicación correcta del procedimiento con el fin de evitar cualquier tipo de contaminación del suelo.</p> <p>Asimismo, según las necesidades en cada etapa, se contará invariablemente con un almacén temporal de residuos sobre firme de concreto. Y sitios cubiertos con material impermeable para el almacenamiento de cualquier sustancia peligrosa.</p>
<p>Artículo 136. Los residuos que se acumulen o puedan acumularse y se depositen o infiltren en los suelos deberán reunir las condiciones necesarias para prevenir o evitar:</p> <p>I. La contaminación del suelo;</p> <p>II. Las alteraciones nocivas en el proceso biológico de los suelos;</p>	<p>El Promovente implementará procedimientos de manejo de residuos en los que se establecerán la prohibición de disposición e infiltración en suelo natural de los mismos, evitando de esta manera la posible contaminación a suelo.</p>

Artículo	Vinculación con el Proyecto y cumplimiento
III. Las alteraciones en el suelo que perjudiquen su aprovechamiento, uso o explotación, y IV. Riesgos y problemas de salud.	
Artículo 152 BIS. Cuando la generación, manejo o disposición final de materiales o residuos peligrosos, produzca contaminación del suelo, los responsables de dichas operaciones deberán llevar a cabo las acciones necesarias para recuperar y restablecer las condiciones del mismo, con el propósito de que éste pueda ser destinado a alguna de las actividades previstas en el programa de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que resulte aplicable, para el predio o zona respectiva.	En caso fortuito de que por alguna circunstancia se genere contaminación de suelo por derrame de sustancia o residuos peligrosos, la Promovente aplicará las medidas correctivas necesarias para recuperar el suelo contaminado y restablecer las condiciones del suelo. Asimismo, el suelo impregnado con residuos peligrosos (derrame de aceites y/o combustibles, principalmente), se dispondrá mediante la contratación de una empresa autorizada para el transporte y disposición final de los residuos peligrosos.
Artículo 155. Quedan prohibidas las emisiones de ruido, vibraciones, energía térmica y lumínica y la generación de contaminación visual, en cuanto rebasen los límites máximos establecidos en las normas oficiales mexicanas que para ese efecto expida la Secretaría, considerando los valores de concentración máxima permisibles para el ser humano de contaminantes en el ambiente que determine la Secretaría de Salud. Las autoridades federales o locales, según su esfera de competencia, adoptarán las medidas para impedir que se transgredan dichos límites y en su caso, aplicarán las sanciones correspondientes.	Mediante programa de mantenimiento para la maquinaria pesada, se controlarán las emisiones de ruido ambiental; asimismo, se establecerán horarios de trabajo para generar el menor ruido en los horarios de trabajo, pese que la localización pretendida del Proyecto se encuentra más alejada de núcleos poblacionales importantes por lo que se estima que las molestias por ruido, vibraciones serán mínimas ya que se el proyecto se llevará a cabo sobre la carretera existente.

Comentario:

Con base en lo descrito anteriormente, se puede concluir que el Proyecto “**Conexión Viaducto Bicentenario (VB/CEM)**” dará cumplimiento a lo establecido por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA):

III.6.2 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente

El 30 de mayo de 200 fue publicado por primera vez el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Impacto Ambiental, y su última reforma se dio a conocer por medio del Diario Oficial de la Federación el 31 de Octubre de 2014, dicho ordenamiento es de observancia general en todo el territorio nacional y en las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción y tiene por objeto reglamentar la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en materia de evaluación del impacto ambiental a nivel federal.

En la tabla siguiente se enlistan los artículos aplicables y su vinculación con el proyecto para dar cumplimiento a los mismos.

Tabla III. 15 Artículos del Reglamento de la LGEEPA aplicables al Proyecto

Artículo	Vinculación con el Proyecto y actividades aplicables para el cumplimiento
<p>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:</p> <p>B) VÍAS GENERALES DE COMUNICACIÓN: Construcción de carreteras, autopistas, puentes o túneles federales vehiculares o ferroviarios; puertos, vías férreas, aeropuertos, helipuertos, aeródromos e infraestructura mayor para telecomunicaciones que afecten áreas naturales protegidas o con vegetación forestal, selvas, vegetación de zonas áridas, ecosistemas costeros o de humedales y cuerpos de agua nacionales.</p>	<p>El Artículo 5 aplica directamente al Proyecto: El proyecto, consiste en la conexión del Viaducto Bicentenario con el Circuito Exterior Mexiquense (VB-CEM), y se encuentra tipificado en el inciso correspondiente a vías generales de comunicación del artículo 5 del reglamento de referencia y se ubica en una zona federal, por lo que promovente presenta ante la SEMARNAT el estudio de impacto ambiental en la modalidad particular, lo anterior para solicitar la autorización en materia de impacto ambiental.</p>
<p>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.</p>	<p>El Promovente presentará a la SEMARNAT la manifestación de impacto ambiental en su modalidad particular para el Proyecto.</p>
<p>Artículo 17. El promovente deberá presentar a la Secretaría la solicitud de autorización en materia de impacto ambiental, anexando:</p> <p>I. La manifestación de impacto ambiental II. Un resumen del contenido de la manifestación de impacto ambiental, presentado en disquete III. Una copia sellada de la constancia del pago de derechos correspondientes.</p> <p>Cuando se trate de actividades altamente riesgosas en los términos de la Ley, deberá incluirse un estudio de riesgo.</p>	<p>El Promovente, presentará ante la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) la solicitud para la autorización en materia de impacto ambiental, anexando: la manifestación de impacto ambiental modalidad particular, un resumen del contenido de la manifestación de impacto ambiental, presentado en disquete y copia sellada de la constancia del pago de derechos correspondientes.</p>

Comentario:

Como se describe en la tabla anterior, el Promovente presentará los estudios correspondientes ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales para dar cumplimiento a lo establecido en el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental.

III.6.3 Ley General de Vida Silvestre

La Ley General de Vida Silvestre, se publicó el 3 de julio de 2000, dándose a conocer su última reforma el 19 de enero de 2018 a través del Diario Oficial de la Federación; es de orden público y de interés social, reglamentaria del párrafo tercero del artículo 27 y de la fracción XXIX, inciso G del artículo 73 constitucionales. Su objeto es establecer la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, relativa a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas en donde la Nación ejerce su jurisdicción.

Tabla III. 16 Artículos aplicables de la Ley General de Vida Silvestre al Proyecto

Artículo	Vinculación con el Proyecto/ Actividades aplicables para el cumplimiento
Artículo 31. Cuando se realice traslado de ejemplares vivos de fauna silvestre, éste se deberá efectuar bajo condiciones que eviten o disminuyan la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta sus características.	El Promovente elaborará medidas específicas y aplicará actividades de ahuyentamiento de fauna silvestre que disminuyan la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta las características de cada especie.

III.6.4 Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre

Este reglamento se publicó el 30 de noviembre de 2006 y se dio a conocer su última reforma el 9 de mayo de 2014 en el Diario Oficial de la Federación, es de observancia general en todo el territorio nacional y en las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción; tiene por objeto reglamentar la Ley General de Vida Silvestre.

En la Tabla se presentan los artículos aplicables al proyecto, así como las actividades a realizar para dar cumplimiento a los mismos.

Tabla III. 17 Artículos del Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre aplicables al Proyecto

Artículo	Vinculación con el Proyecto y actividades aplicables para el cumplimiento
<p>Artículo 78. Las medidas de manejo, control y remediación de ejemplares o poblaciones perjudiciales podrán consistir en cualquiera de las siguientes, de acuerdo al orden de prelación que se indica:</p> <p>I. La captura o colecta para el desarrollo de proyectos de recuperación, actividades de repoblación y reintroducción;</p> <p>II. La captura o colecta para actividades de investigación o educación ambiental;</p> <p>III. La reubicación de ejemplares, en cuyo caso se deberá evaluar el hábitat de destino y las condiciones de los ejemplares, en los términos señalados en la Ley y en el presente Reglamento para la liberación;</p> <p>IV. La captura de ejemplares, en cuyo caso la Secretaría determinará el destino de los mismos;</p> <p>V. La eliminación de ejemplares o la erradicación de poblaciones, y</p> <p>VI. Las acciones o dispositivos para ahuyentar, dispersar, dificultar el acceso de los ejemplares o disminuir el daño que ocasionan, cuando así se justifique.</p>	El Promovente llevará a cabo actividades para ahuyentar y dispersar fauna.

III.6.5 Ley de Vías Generales de Comunicación

El 19 de febrero de 1940 se publicó por primera vez la Ley de Vías Generales de Comunicación, dándose a conocer su última reforma el 15 de junio de 2018 en el Diario Oficial de la Federación.

Tabla III. 18 Artículos de la Ley de Vías Generales de Comunicación aplicables al Proyecto

Artículo	Vinculación con el Proyecto y actividades aplicables para el cumplimiento
Artículo 8o. Para construir, establecer y explotar vías generales de comunicación, o cualquiera clase de servicios	El Promovente gestionará, y estará en cumplimiento de todo lo estipulado por la Ley

Artículo	Vinculación con el Proyecto y actividades aplicables para el cumplimiento
conexas a éstas, será necesario el tener concesión o permiso del Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y con sujeción a los preceptos de esta Ley y sus Reglamentos.	de Vías Generales de Comunicación durante todas las etapas del Proyecto y, en aquellos casos donde intervenga también la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), así como la Secretaría de Comunicaciones y Transporte y/o otras disposiciones de carácter ambiental (ej. Art. 45), se satisfará los requisitos de ambas directrices.
Artículo 45. Para llevar a cabo corte de árboles, desmontes, rozas, quemas, en las fajas colindantes con los caminos, vías férreas, líneas telegráficas, telefónicas, aeródromos, ríos y canales navegables y flotables, en una extensión de un kilómetro a cada lado del límite del derecho de vía o de los márgenes de los ríos y canales, las empresas de vías generales de comunicación necesitarán, además de llenar los requisitos que establezcan las leyes y reglamentos forestales respectivos, la autorización expresa de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.	
Artículo 120. Las empresas que exploten vías generales de comunicación presentarán a la Secretaría de Comunicaciones, anualmente, un informe que contenga, con referencia a los doce meses anteriores, los datos técnicos, administrativos o estadísticos de las empresas, que permitan conocer la forma de explotar dichas vías en relación con los intereses públicos y del Gobierno, sin perjuicio de proporcionar también, en cualquier tiempo, aquellos datos o documentos que requiera la propia Secretaría. Los datos contables se proporcionarán en las épocas que señalen los reglamentos respectivos, sin perjuicio de la facultad que concede a la Secretaría el párrafo anterior.	
Artículo 124. Las maniobras de carga, descarga, estiba, desestiba, alijo, acarreo, almacenaje y transbordo que se ejecuten en las zonas federales, se considerarán como actividades conexas con las vías generales de comunicación. En consecuencia, para realizarlas se requerirá permiso de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes. La Secretaría de Comunicaciones y Transportes expedirá los permisos a que se refiere el párrafo anterior, preferentemente a empresas individuales o colectivas constituidas por agentes aduanales, comisionistas, agentes consignatarios, armadores, agentes navieros o grupos de trabajadores, cualquiera que sea el tipo de organización legal que adopten.	

III.6.6 Ley Federal de Responsabilidad Ambiental

La Ley Federal de Responsabilidad Ambiental, publicada el 7 de julio de 2013, regula la responsabilidad ambiental que nace de los daños ocasionados al ambiente, así como la reparación y compensación de dichos daños cuando sea exigible a través de los procesos judiciales federales

previstos por el artículo 17 constitucional, los mecanismos alternativos de solución de controversias, los procedimientos administrativos y aquellos que correspondan a la comisión de delitos contra el ambiente y la gestión ambiental. Los preceptos de este ordenamiento son reglamentarios del artículo 4o. Constitucional, de orden público e interés social y tienen por objeto la protección, la preservación y restauración del ambiente y el equilibrio ecológico, para garantizar los derechos humanos a un medio ambiente sano para el desarrollo y bienestar de toda persona, y a la responsabilidad generada por el daño y el deterioro ambiental. El régimen de responsabilidad ambiental reconoce que el daño ocasionado al ambiente es independiente del daño patrimonial sufrido por los propietarios de los elementos y recursos naturales. Reconoce que el desarrollo nacional sustentable debe considerar los valores económicos, sociales y ambientales.

Tabla III. 19 Artículos aplicables de la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental al Proyecto

Artículo	Vinculación con el Proyecto y actividades aplicables para el cumplimiento
<p>Artículo 2.- Para los efectos de esta Ley se estará a las siguientes definiciones, así como aquellas previstas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, las Leyes ambientales y los tratados internacionales de los que México sea Parte. Se entiende por:</p> <p>II. Criterio de equivalencia: Lineamiento obligatorio para orientar las medidas de reparación y compensación ambiental, que implica restablecer los elementos y recursos naturales o servicios ambientales por otros de las mismas características;</p> <p>III. Daño al ambiente: Pérdida, cambio, deterioro, menoscabo, afectación o modificación adversos y mensurables del hábitat, de los ecosistemas, de los elementos y recursos naturales, de sus condiciones químicas, físicas o biológicas, de las relaciones de interacción que se dan entre éstos, así como de los servicios ambientales que proporcionan. Para esta definición se estará a lo dispuesto por el artículo 6o. de esta Ley...</p>	<p>En la presente manifestación de impacto ambiental, tal como se describe a lo largo de los capítulos, II, III, V y VI, considera aplica los conceptos establecidos en esta Ley.</p>
<p>Artículo 6o.- No se considerará que existe daño al ambiente cuando los menoscabos, pérdidas, afectaciones, modificaciones o deterioros no sean adversos en virtud de:</p> <p>I. Haber sido expresamente manifestados por el responsable y explícitamente identificados, delimitados en su alcance, evaluados, mitigados y compensados mediante condicionantes, y autorizados por la Secretaría, previamente a la realización de la conducta que los origina, mediante la evaluación del impacto ambiental o su informe preventivo, la autorización de cambio de uso de suelo forestal o algún otro tipo de autorización análoga expedida por la Secretaría; o de que,</p>	<p>El Promovente presentará ante la Secretaría del Medio y Recursos Naturales (SEMARNAT) el Estudio de Impacto Ambiental particular en el cual se identifican, evalúan y se propone medidas de compensación y mitigación para los impactos ambientales; para solicitud de autorización en materia ambiental.</p>

Artículo	Vinculación con el Proyecto y actividades aplicables para el cumplimiento
<p>II. No rebasen los límites previstos por las disposiciones que en su caso prevean las Leyes ambientales o las normas oficiales mexicanas. La excepción prevista por la fracción I del presente artículo no operará, cuando se incumplan los términos o condiciones de la autorización expedida por la autoridad.</p>	
<p>Artículo 10.- Toda persona física o moral que con su acción u omisión ocasione directa o indirectamente un daño al ambiente, será responsable y estará obligada a la reparación de los daños, o bien, cuando la reparación no sea posible a la compensación ambiental que proceda, en los términos de la presente Ley. De la misma forma estará obligada a realizar las acciones necesarias para evitar que se incremente el daño ocasionado al ambiente.</p>	
<p>Artículo 24.- Las personas morales serán responsables del daño al ambiente ocasionado por sus representantes, administradores, gerentes, directores, empleados y quienes ejerzan dominio funcional de sus operaciones, cuando sean omisos o actúen en el ejercicio de sus funciones, en representación o bajo el amparo o beneficio de la persona moral, o bien, cuando ordenen o consientan la realización de las conductas dañosas. Las personas que se valgan de un tercero, lo determinen o contraten para realizar la conducta causante del daño serán solidariamente responsables, salvo en el caso de que se trate de la prestación de servicios de confinamiento de residuos peligrosos realizada por empresas autorizadas por la Secretaría. No existirá responsabilidad alguna, cuando el daño al ambiente tenga como causa exclusiva un caso fortuito o fuerza mayor.</p>	<p>En caso fortuito que durante el desarrollo del Proyecto una acción u omisión ocasione directa o indirectamente un daño al ambiente, la Promovente se hará responsables y se obligará a la reparación de los daños de acuerdo a lo establecido en el Capítulo Segundo (Obligaciones derivadas de los daños ocasionados al ambiente), así como a dar cumplimiento a lo establecido por la autoridad ambiental.</p>

III.7 Leyes Locales Aplicables para el Proyecto y sus Reglamentos

III.7.1 Código para la Biodiversidad del Estado de México

El Código para la Biodiversidad del Estado de México se dio a conocer el 3 de mayo de 2006, su principal objetivo es agrupar sistemáticamente todas las disposiciones jurídicas en materia ambiental que se encuentran dispersas para dar unidad a los principios, instituciones y órganos en materia ambiental. A continuación, se describen los artículos de este código aplicables al Proyecto y la forma en que la Promovente dará cumplimiento a los mismos.

Tabla III. 20 Artículos del Código para la Biodiversidad del Estado de México aplicables al desarrollo del Proyecto

Artículo	Vinculación con el Proyecto y actividades aplicables para el cumplimiento
<p>Artículo 2.125. Queda prohibido en la Entidad el tráfico de especies silvestres de flora y fauna terrestres o acuáticas, de conformidad con lo dispuesto por las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones aplicables.</p>	<p>Durante el desarrollo del Proyecto se implementarán medidas que prohíban el tráfico de flora y fauna silvestre en cumplimiento con este Código Estatal y las disposiciones federales en la materia.</p>
<p>Artículo 2.130. Para la preservación y aprovechamiento sostenible del suelo se considerarán los siguientes criterios:</p> <p>...</p> <p>VI. La realización de las obras públicas o privadas que puedan provocar deterioro severo de los suelos deben incluir acciones equivalentes de regeneración, recuperación, rehabilitación, restauración y restablecimiento de su vocación natural;</p>	<p>Se llevará a cabo las medidas necesarias para mitigar los impactos causados durante las diferentes etapas de construcción del proyecto (ver Capítulo VI de la MIA).</p> <p>En caso de derrames o fugas de hidrocarburos por parte de la maquinaria que operara en el proyecto, se realizarán las actividades necesarias para recuperar o rehabilitar el suelo contaminado según este Código Estatal y las disposiciones y normas de aplicación federal.</p>
<p>Artículo 2.153. Para la prevención y control de la contaminación del agua se considerarán los siguientes criterios:</p> <p>I. La prevención y control de la contaminación del agua es fundamental para evitar que se reduzca su disponibilidad y para proteger la integridad de los ecosistemas de la Entidad;</p> <p>II. Corresponde a toda la sociedad prevenir la contaminación de ríos, cuencas, vasos y demás depósitos y corrientes de agua incluyendo las aguas del subsuelo;</p>	<p>El proyecto no considera la explotación, ni la manipulación de los recursos hídricos de la región, sin embargo, su diseño considera los elementos técnicos necesarios para respetar los sistemas de aguas y las recomendaciones de los organismos encargados de la regulación de aguas.</p> <p>Asimismo, las aguas residuales generadas en los sanitarios portátiles durante las etapas de preparación del sitio y construcción del Proyecto, serán transportadas y dispuestas por empresas autorizadas para que éstas sean tratadas y cumplan con los parámetros de descarga, previniendo con esto la contaminación de agua.</p>
<p>Artículo 2.159. Todas las descargas en los cuerpos o corrientes de agua de jurisdicción estatal o en los sistemas de drenaje y alcantarillado de los centros de población deberán satisfacer las normas oficiales mexicanas las normas técnicas estatales y corresponderá a quien genere dichas descargas realizar el tratamiento requerido.</p>	<p>Como se mencionó anteriormente el proyecto no considera la explotación, ni la manipulación de los recursos hídricos de la región, sin embargo, su diseño considera los elementos técnicos necesarios para respetar los sistemas de aguas y las recomendaciones de los organismos encargados de la regulación de aguas.</p>
<p>Artículo 2.164. Para la prevención y control de la contaminación del suelo se considerarán los siguientes criterios:</p> <p>I. Corresponde al Estado, sus Municipios y a la sociedad prevenir y controlar la contaminación del suelo en el territorio de la Entidad;</p> <p>II. Los residuos sólidos deben ser controlados desde su origen, reduciendo, previniendo y ubicando su generación no importando que sea de fuentes industriales, municipales o domésticas; por lo que se deben incorporar técnicas y métodos para su reuso, y reciclaje, así como para su manejo, tratamiento y disposición final; y</p>	<p>El Promovente implementará procedimientos para el manejo de los residuos sólidos municipales, de manejo especial y peligrosos generados durante las diferentes etapas del Proyecto, supervisado la aplicación correcta del procedimiento con el fin de evitar cualquier tipo de contaminación del suelo. Asimismo, según las necesidades en cada etapa, se contará invariablemente con un almacén temporal de residuos sobre firme de concreto. Y sitios cubiertos con material impermeable para el almacenamiento de cualquier sustancia peligroso.</p>

Artículo	Vinculación con el Proyecto y actividades aplicables para el cumplimiento
<p>III. La utilización de plaguicidas, fertilizantes y sustancias tóxicas debe ser compatible con el equilibrio de los ecosistemas y se deberá considerar los efectos sobre la salud humana, esto con la finalidad de prevenir los daños que su uso pudiera ocasionar.</p>	
<p>Artículo 4.43. Las personas físicas o jurídicas colectivas que generen residuos sólidos urbanos y de manejo especial tienen la propiedad y responsabilidad del residuo en todo su ciclo de vida incluso durante su manejo, recolección, acopio, transporte, reciclado, tratamiento o disposición final de conformidad con lo establecido en el presente Libro y demás ordenamientos aplicables. Es obligación de todo generador de residuos urbanos separarlos en orgánicos e inorgánicos.</p>	<p>Los residuos sólidos urbanos generados por las actividades del Proyecto en cada una de sus etapas, serán subclasificados al menos en orgánicos e inorgánicos, aunque podrán ser divididos en más subclasificaciones para su aprovechamiento y reciclaje y serán depositados en contenedores señalizados para tal fin. Asimismo, serán dispuestos en sitios autorizados.</p>
<p>Artículo 4.44. Es obligación de toda persona física o jurídica colectiva generadora de residuos sólidos urbanos o de manejo especial en el Estado:</p> <p>I. Participar en los planes y programas que establezcan las autoridades competentes para facilitar la prevención y reducción de la generación de residuos sólidos;</p> <p>II. Conservar limpias las vías públicas y áreas comunes;</p> <p>III. Barrer diariamente las banquetas y mantener limpios de residuos los frentes de sus viviendas o establecimientos industriales o mercantiles, así como los terrenos de su propiedad que no tengan construcción a efecto de evitar contaminación, infecciones y proliferación de fauna nociva;</p> <p>IV. Separar los residuos sólidos urbanos y de manejo especial para su recolección conforme a las disposiciones que el presente Libro y otros ordenamientos establecen;</p> <p>V. Pagar oportunamente por el servicio de limpia y de ser el caso las multas y demás cargos impuestos por violaciones a este Libro y demás ordenamientos jurídicos aplicables;</p> <p>VI. Cumplir con las disposiciones específicas, criterios, normas y recomendaciones técnicas aplicables en su caso;</p> <p>VII. Almacenar los residuos correspondientes con sujeción a las normas oficiales mexicanas u otros ordenamientos jurídicos del Estado a fin de evitar daños a terceros y facilitar su recolección;</p>	<p>Los residuos sólidos urbanos generados por las actividades del Proyecto en cada una de sus etapas, serán subclasificados al menos en orgánicos e inorgánicos, aunque podrán ser divididos en más subclasificaciones para su aprovechamiento y reciclaje. Serán depositados en contenedores señalizados para tal fin y serán dispuestos en sitios autorizados realizando los pagos correspondientes.</p> <p>Los residuos de la construcción serán seleccionados y separados desde la fuente de generación, realizando esta separación de acuerdo a la etapa de construcción.</p> <p>Asimismo, los residuos de la construcción serán transportados en camiones cubiertos con lona, evitando esparcimiento de sólidos granulares y las obstrucciones de vía pública y el Vertedor Poniente. Los residuos serán dispuestos en sitios debidamente autorizados.</p>
<p>Artículo 4.45. Queda prohibido por cualquier motivo:</p> <p>I. Arrojar o abandonar en la vía pública, áreas comunes, parques, barrancas, despoblados y en</p>	<p>Los residuos sólidos urbanos generados por las actividades del Proyecto en cada una de sus etapas, serán subclasificados al menos en orgánicos e</p>

Artículo	Vinculación con el Proyecto y actividades aplicables para el cumplimiento
<p>general en sitios no autorizados residuos de cualquier especie;</p> <p>II. Arrojar a la vía pública o depositar en los recipientes de almacenamiento de uso público o privado animales muertos, partes de ellos y residuos que contengan sustancias tóxicas o peligrosas para la salud pública o aquellos que despidan olores desagradables;</p> <p>III. Quemar a cielo abierto o en lugares no autorizados cualquier tipo de residuos;</p> <p>IV. Arrojar o abandonar en lotes baldíos, a cielo abierto o en cuerpos de aguas superficiales o subterráneas, sistemas de drenaje, alcantarillado o en fuentes públicas residuos sólidos de cualquier especie;</p>	<p>inorgánicos, aunque podrán ser divididos en más subclasificaciones para su aprovechamiento y reciclaje. Serán depositados en contenedores señalizados para tal fin y serán dispuestos en sitios autorizados realizando los pagos correspondientes.</p> <p>Los residuos de la construcción serán seleccionados y separados desde la fuente de generación, realizando esta separación de acuerdo a la etapa de Construcción. Asimismo, los residuos de la construcción serán almacenados en un área dentro del predio evitando esparcimiento de sólidos granulares y las obstrucciones de vía pública y el alcantarillado. Los residuos serán dispuestos en sitios debidamente autorizados.</p>
<p>Artículo 4.46. Los generadores de residuos sólidos urbanos y de manejo especial, están obligados a:</p> <p>I. Obtener las autorizaciones de las autoridades estatales para el manejo de estos residuos y registrarse ante las autoridades correspondientes;</p> <p>II. Conforme a la Ley General establecer los planes de manejo para los residuos que generen en grandes volúmenes y someterlos a registro ante las autoridades competentes en caso de que requieran ser modificados o actualizados;</p> <p>III. Llevar una bitácora en la que registren el volumen y tipo de residuos generados anualmente y la forma de manejo a la que fueron sometidos los que se generen en grandes volúmenes, las bitácoras anuales deberán conservarse durante dos años y tenerlas disponibles para entregarlas a la Secretaría cuando ésta realice encuestas o las requiera para elaborar los inventarios de residuos; y</p> <p>IV. Ocuparse del acopio, almacenamiento, recolección, transporte, reciclaje, tratamiento o disposición final de sus residuos generados en grandes volúmenes o de manejo especial de conformidad con las disposiciones de este Libro y otros ordenamientos que resulten aplicables y entregarlos a los servicios de limpia o a proveedores de estos servicios que estén registrados ante las autoridades competentes cubriendo los costos que su manejo represente.</p>	
<p>Artículo 4.61. Los habitantes del Estado, las empresas, establecimientos mercantiles, instituciones públicas y privadas, dependencias gubernamentales y en general todo generador de residuos urbanos y de manejo especial que sean entregados a los servicios de limpia tienen la</p>	

Artículo	Vinculación con el Proyecto y actividades aplicables para el cumplimiento
obligación de separarlos desde la fuente con el fin de facilitar su disposición ambientalmente adecuada y ponerlos a disposición de los prestadores del servicio de recolección o llevarlos a los centros de acopio de residuos susceptibles de reciclado según corresponda, de conformidad con lo que establezcan las autoridades municipales correspondientes.	

III.7.2 Ley del Agua para el Estado de México y Municipios

Dicha Ley fue publicada el 23 de febrero de 2013, es de orden público e interés social, de aplicación y observancia general en el Estado de México, y tiene por objeto normar la explotación, uso, aprovechamiento, administración, control y suministro de las aguas de jurisdicción estatal y municipal y sus bienes inherentes, para la prestación de los servicios de agua potable, drenaje y alcantarillado, saneamiento, y tratamiento de aguas residuales, su reusó y la disposición final de sus productos resultantes.

Tabla III. 21 Artículos de la Ley del Agua para el Estado de México y Municipios aplicables al Proyecto

Artículo	Vinculación con el Proyecto y actividades aplicables para el cumplimiento
<p>Artículo 80. Las personas físicas o jurídicas colectivas requieren permiso de autoridad competente para descargar aguas residuales en cuerpos receptores de jurisdicción estatal o municipal, en los términos que señale la presente Ley y su Reglamento.</p> <p>Queda prohibido:</p> <p>I. Descargar a los cuerpos de agua y sistemas de drenaje y alcantarillado, desechos sólidos o sustancias que puedan contaminar o alterar física, química o biológicamente las aguas claras de las corrientes, cauces, vasos o depósitos, o que por sus características puedan poner en peligro el funcionamiento de la infraestructura hidráulica, la seguridad de un núcleo de población o de sus habitantes;</p> <p>II. Instalar conexiones clandestinas al drenaje o alcantarillado para realizar sus descargas;</p> <p>III. Realizar alguna derivación para incumplir las obligaciones previstas en la presente Ley y su Reglamento; y</p> <p>IV. Realizar descargas de un predio a otro sin la autorización de su propietario o poseedor y del prestador de los servicios.</p> <p>Cuando se trate de descargas de aguas residuales, resultantes de actividades productivas, en cuerpos receptores distintos al drenaje o alcantarillado, el</p>	<p>Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, las aguas residuales generadas en los sanitarios portátiles, serán transportadas y dispuestas por empresas autorizadas para que éstas sean tratadas y cumplan con los parámetros de descarga, previniendo con esto la contaminación de agua.</p>

Artículo	Vinculación con el Proyecto y actividades aplicables para el cumplimiento
usuario deberá contar con el permiso respectivo. En todo caso, el prestador de los servicios informará sobre dichas descargas a las autoridades correspondientes para los efectos legales a que haya lugar.	
Artículo 86. Es obligación de los usuarios o responsables de las descargas de aguas residuales a los sistemas de drenaje o alcantarillado, reintegrarlas en condiciones para su aprovechamiento o, en su caso, cubrir al prestador del servicio, la tarifa por el servicio de tratamiento de aguas residuales.	Asimismo, las aguas residuales generadas en los sanitarios portátiles durante el desarrollo del Proyecto, serán transportadas y dispuestas por empresas autorizadas para que éstas sean tratadas y cumplan con los parámetros de descarga, previniendo con esto la contaminación de agua.
Artículo 97. El uso eficiente y racional del agua será norma de conducta de todos los habitantes del Estado de México.	Se implementará un procedimiento para el uso eficiente del agua, capacitando al personal que participe durante las diferentes etapas del Proyecto.

III.8 Tratados Internacionales

III.8.1 Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres

La CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres) es un acuerdo internacional al cual se encuentra integrado México. La CITES proporciona un marco jurídico internacional en el cual se establecen los procedimientos que deben seguir los países participantes para la adecuada regulación del comercio internacional de las especies incluidas en sus Apéndices mediante un sistema de permisos y certificados.

Las especies amparadas por la CITES están incluidas en tres Apéndices, según el grado de protección que necesiten como se describe a continuación:

Apéndices I y II

En el Apéndice I se incluyen todas las especies en peligro de extinción. El comercio en especímenes de esas especies se autoriza solamente bajo circunstancias excepcionales.

En el Apéndice II se incluyen especies que no se encuentran necesariamente en peligro de extinción, pero cuyo comercio debe controlarse a fin de evitar una utilización incompatible con su supervivencia.

La Conferencia de las Partes (CoP), que es el órgano supremo de adopción de decisiones de la Convención, está integrada por todos sus Estados miembros, ha aprobado la Resolución Conf. 9.24 (Rev. CoP16), en la que se enuncian una serie de criterios biológicos y comerciales para ayudar a determinar si una especie debería incluirse en el Apéndice I o II. En cada reunión ordinaria de la CoP, las Partes presentan propuestas basadas en esos criterios para enmendar estos dos Apéndices. Estas propuestas de enmienda se examinan y se someten a votación. Asimismo, la Convención prevé lo necesario para adoptar enmiendas mediante el procedimiento de votación por correspondencia entre reuniones ordinarias de la CoP (véase el párrafo 2 del Artículo XV de la Convención), pese a que apenas se recurre a este procedimiento.

Mientras que en el Apéndice III, se incluyen especies que están protegidas al menos en un país, el cual ha solicitado la asistencia de otras Partes en la CITES para controlar su comercio. Los cambios en el Apéndice III se efectúan de forma diferente que los cambios a los Apéndices I y II, ya que cada Parte tiene derecho a adoptar enmiendas unilaterales al mismo.

Sólo podrá importarse o exportarse (o reexportarse) un espécimen de una especie incluida en los Apéndices de la CITES si se ha obtenido el documento apropiado y se ha presentado al despacho de aduanas en un puerto de entrada o salida. Aunque los requisitos pueden variar de un país a otro y es aconsejable consultar las legislaciones nacionales que pueden ser más estrictas, a continuación, se exponen las condiciones básicas que se aplican a los Apéndices I y II.

En México existen tres autoridades para la CITES: la Autoridad Administrativa está representada por la Dirección General de Vida Silvestre (SEMARNAT), la Autoridad Científica por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y la Autoridad de Aplicación de Ley por la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA).

Al respecto, si bien es cierto que en el sitio donde se pretende desarrollar el Proyecto No se presentan especies protegidas, se dará cumplimiento a lo solicitado por las autoridades ambientales de nuestro país, con el fin de que éstas puedan verificar que el Proyecto cumple con la protección de especies de flora y fauna.

CAPÍTULO IV

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

ÍNDICE GENERAL

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN	1
IV.1. Delimitación del área de estudio	1
IV.2. Delimitación del sistema ambiental	3
IV.3. Caracterización y análisis del sistema ambiental	4
IV. 3.1. Medio abiótico	4
IV.3.1.1. Clima y fenómenos meteorológicos	4
IV.3.1.2. Geología.....	10
IV.3.1.3. Fisiografía	13
IV.3.1.4. Suelo.....	15
IV.3.1.5. Hidrología.....	21
IV. 3.2. Medio biótico	29
IV.3.2.1. Flora.....	29
IV.3.2.2. Fauna Silvestre	65
IV.3.3. Medio socioeconómico	70
IV.3.3.1. Cuautitlán Izcalli	70
IV.3.3.2. Tultitlán.....	73
IV.3.3.3. Cambios sociales y económicos	77
IV. 3.4. Paisaje.....	77
IV. 3.5. Diagnóstico.....	78

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla IV.1. Coordenadas de la estación meteorológica San Martín Obispo.....	5
Tabla IV.2. Normal climatológica San Martín Obispo.....	5
Tabla IV.3. Precipitación y temperatura de la Estación climatológica San Martín Obispo.....	6
Tabla IV.4. Precipitación y evaporación de la estación San Martín Obispo.....	7
Tabla IV.5. Datos cualitativos de la calidad del aire.....	9
Tabla IV.6. Rocas presentes en la superficie del SA del proyecto.....	11
Tabla IV.7. Descripción de unidades de suelo en el SA.....	15
Tabla IV.8. Descripción de índices para calcular la Erosión Total.....	17
Tabla IV.9. Índices CAERO de acuerdo a las unidades edafológicas.....	18
Tabla IV.10. Valores para CATEX de acuerdo a los tipos de textura.....	18
Tabla IV.11. Valores para CATOP de acuerdo a la topografía.....	19
Tabla IV.12. Valores para CAUSO de acuerdo al Uso de Suelo y Vegetación.....	19
Tabla IV.13. Valores de erosión.....	19
Tabla IV.14. Resultados de los índices de erosión.....	20
Tabla IV.15. Número de la Curva por Textura del Tipo de Suelo.....	25
Tabla IV.16. Descripción de las características según el tipo de suelo.....	25
Tabla IV.17. Número de la Curva por uso de suelo y vegetación.....	25
Tabla IV.18. Resultados de infiltración en el área del proyecto.....	26
Tabla IV.19. Coordenadas UTM de los puntos de muestreo de la calidad del agua.....	27
Tabla IV.20. Resultados de parámetros de campo.....	28
Tabla IV.21. Resultados de coliformes fecales y grasas y aceites.....	28
Tabla IV.22. Resultados de parámetros de muestra compuesta.....	28
Tabla IV.23. Tipos de vegetación presentes en el SA del Proyecto.....	31
Tabla IV.24. Coordenadas de muestreos en el área en los Cuerpos Derecho e Izquierdo.....	37
Tabla IV.25. Familias y especies presentes en el área del Proyecto.....	38
Tabla IV.26. Hábitos de las especies registradas en el área del proyecto.....	40
Tabla IV.27. Número de organismos del área “Cuerpo Izquierdo”.....	41
Tabla IV.28. Número de organismos del estrato arbóreo.....	42
Tabla IV.29. Número de organismos del estrato arbustivo.....	43
Tabla IV.30. Número de organismos del estrato herbáceo.....	45
Tabla IV.31. Número de organismos del área “Cuerpo Derecho (CD)”.....	47
Tabla IV.32. Número de organismos del estrato arbóreo.....	48
Tabla IV.33. Número de organismos del estrato arbustivo.....	49
Tabla IV.34. Número de organismos del estrato herbáceo.....	50
Tabla IV.35. Resultados de los índices de diversidad del Cuerpo Izquierdo.....	56
Tabla IV.36. Resultados de los índices de diversidad del Cuerpo Izquierdo.....	57
Tabla IV.37. Resultados de los índices de diversidad del Cuerpo Derecho.....	58
Tabla IV.38. Resultados de los índices de diversidad del Cuerpo Derecho.....	59
Tabla IV.39. Madera en rollo del Cuerpo Izquierdo.....	60
Tabla IV.40. Madera en rollo del Cuerpo Derecho.....	61
Tabla IV.41. Número de organismos totales por especie.....	62
Tabla IV.42. Madera en rollo por especie total.....	64
Tabla IV.43. Coordenadas UTM de los transectos para el monitoreo de fauna silvestre dentro del Predio.....	67
Tabla IV.44. Coordenadas UTM de los transectos para el monitoreo de fauna silvestre fuera del Predio.....	67
Tabla IV.45. Lista de especies identificadas en los Transectos dentro del Predio.....	67
Tabla IV.46. Lista de especies identificadas en los Transectos fuera del Predio.....	68
Tabla IV.47. Distribución de la población por grupos de edad y sexo del municipio de Cuautitlán Izcalli hasta el 2010. ...	70
Tabla IV.48. Estadísticas vitales del municipio de Cuautitlán Izcalli.....	71
Tabla IV.49. Distribución de la población económicamente no activa por sector económico.....	71
Tabla IV.50. Servicios públicos disponibles en las viviendas particulares habitadas en el municipio de Cuautitlán Izcalli.....	71
Tabla IV.51. Porcentaje de pobladores afiliados a servicios de salud.....	72
Tabla IV.52. Características del Sector Educativo de Cuautitlán Izcalli, Estado de México.....	72

Tabla IV.53. Vialidades de jurisdicción federal en el municipio de Cuautitlán Izcalli	72
Tabla IV.54. Vialidades de jurisdicción estatal en el municipio de Cuautitlán Izcalli.....	72
Tabla IV.55. Vialidades de jurisdicción municipal de Cuautitlán Izcalli	73
Tabla IV.56. Distribución de la población por grupos de edad y sexo del municipio de Tultitlán hasta el 2010.	73
Tabla IV.57. Estadísticas vitales del municipio de Tultitlán.	74
Tabla IV.58. Distribución de la población económicamente no activa por sector económico.....	74
Tabla IV.59. Servicios públicos disponibles en las viviendas particulares habitadas en el municipio de Tultitlán.....	75
Tabla IV.60. Porcentaje de pobladores afiliados a servicios de salud	75
Tabla IV.61. Características del Sector Educativo de Tultitlán, Estado de México.....	75
Tabla IV.62. Red carretera en el municipio de Tultitlán.	76
Tabla IV.63. Criterios de paisaje.	77
Tabla IV.64. Parámetros para la determinación del índice de conservación.	86
Tabla IV.65. Jerarquización del estado de conservación de los ecosistemas.	87
Tabla IV.66. Clasificación de la pérdida total del hábitat.	87
Tabla IV.67. Análisis de bloques de hábitats.	88
Tabla IV.68. Grado de fragmentación del hábitat.	89
Tabla IV.69. Conversión anual.....	90
Tabla IV.70. Análisis del grado de Protección.	91
Tabla IV.71. Estado de conservación instantáneo.....	92
Tabla IV.72. Jerarquización del estado de conservación de los ecosistemas.	93

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura IV.1. Localización del proyecto en carta Topográfica.	1
Figura IV.2. Localización del proyecto en la subcuenca “Pachuca - Cd. de México”.....	2
Figura IV.3. Delimitación del Sistema Ambiental.	3
Figura IV.4. Climatología del Sistema Ambiental.....	4
Figura IV.5. Gráfica relación precipitación temperatura en la estación meteorológica	6
Figura IV.6. Gráfica relación de precipitación y evaporación de la estación San Martín Obispo.....	7
Figura IV.7. Velocidad promedio del viento cercana al área del proyecto.	8
Figura IV.8. Ubicación de las estaciones de monitoreo de la calidad del aire.	9
Figura IV.9. Localización del proyecto en plano geológico.	11
Figura IV.10. Zona Sísmica donde se encuentra el SA.	12
Figura IV.11. Plano de sub provincias fisiográficas del área de estudio.....	14
Figura IV.12. Unidades edafológicas presentes en el SA.	15
Figura IV.13. Localización del proyecto en la Cuenca del Río Moctezuma.	21
Figura IV.14. Localización del proyecto en la subcuenca “Pachuca-Ciudad de México”.....	22
Figura IV.15. Localización espacial del sitio de muestreo.	27
Figura IV.16. Mapa de regiones florísticas.....	29
Figura IV.17. Plano uso de suelo y vegetación del Sistema Ambiental y localización del Proyecto.....	30
Figura IV.18. Plano de uso de suelo y vegetación con la localización del proyecto.	32
Figura IV.19. Agricultura anual de temporal.....	33
Figura IV.20. Pastizal inducido.....	34
Figura IV.21. Bosque Cultivado.	35
Figura IV.22. Evidencia fotográfica de metodología de campo.....	36
Figura IV.23. Localización de los muestreos de vegetación.	37
Figura IV.24. Número de especies por familia taxonómica.....	40
Figura IV.25. Hábitos de las especies registradas en el área del Proyecto.....	41
Figura IV.26. Abundancia relativa por especie del estrato arbóreo CI.....	43
Figura IV.27. Abundancia relativa por especie del estrato arbustivo CI.	44
Figura IV.28. Abundancia relativa por especie del estrato herbáceo CI.	46
Figura IV.29. Abundancia relativa por especie del estrato arbóreo CD.....	49

Figura IV.30. Abundancia relativa por especie del estrato arbustivo CD.....	50
Figura IV.31. Abundancia relativa por especie del estrato herbáceo CD.....	52
Figura IV.32. Abundancia relativa por especie del estrato herbáceo CI.....	57
Figura IV.33. Abundancia relativa por especie del estrato herbáceo CD.....	59
Figura IV.34. Madera en rollo por especie del Cuerpo Izquierdo.....	60
Figura IV.35. Madera en rollo por especie del Cuerpo Izquierdo.....	61
Figura IV.36. Regiones y Provincias mastogeográficas de México.....	65
Figura IV.37. Ubicación de los transectos para el monitoreo de fauna dentro del Predio.....	66
Figura IV.38. Ubicación de los transectos para el monitoreo de fauna fuera del Predio.....	66
Figura IV.39. Abundancia relativa de especies de aves por transecto dentro del Predio.....	68
Figura IV.40. Abundancia relativa de especies de aves por transecto fuera del Predio.....	69
Figura IV.41. Subsistemas e interacciones del Sistema Ambiental (verde). También se destacan los aspectos que puede inducir estrés en el sistema, tanto de tipo natural como de origen antropogénico (rojo).....	80
Figura IV.42. Subsistemas e interacciones del Sistema Ambiental.....	81
Figura IV.43. Modelo ecológico conceptual de un Sistema Ambiental.....	82

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN

IV.1. Delimitación del área de estudio

La delimitación del Sistema Ambiental (SA) se llevó a cabo por medio de la sobreposición del Lay out del proyecto “Viaducto elevado Tepalcapa - Circuito Exterior Mexiquense” (VET-CEM).

En la siguiente figura se muestra la localización geográfica del proyecto “Viaducto elevado Tepalcapa - Circuito exterior mexiquense” en Plano Topográfico de INEGI.

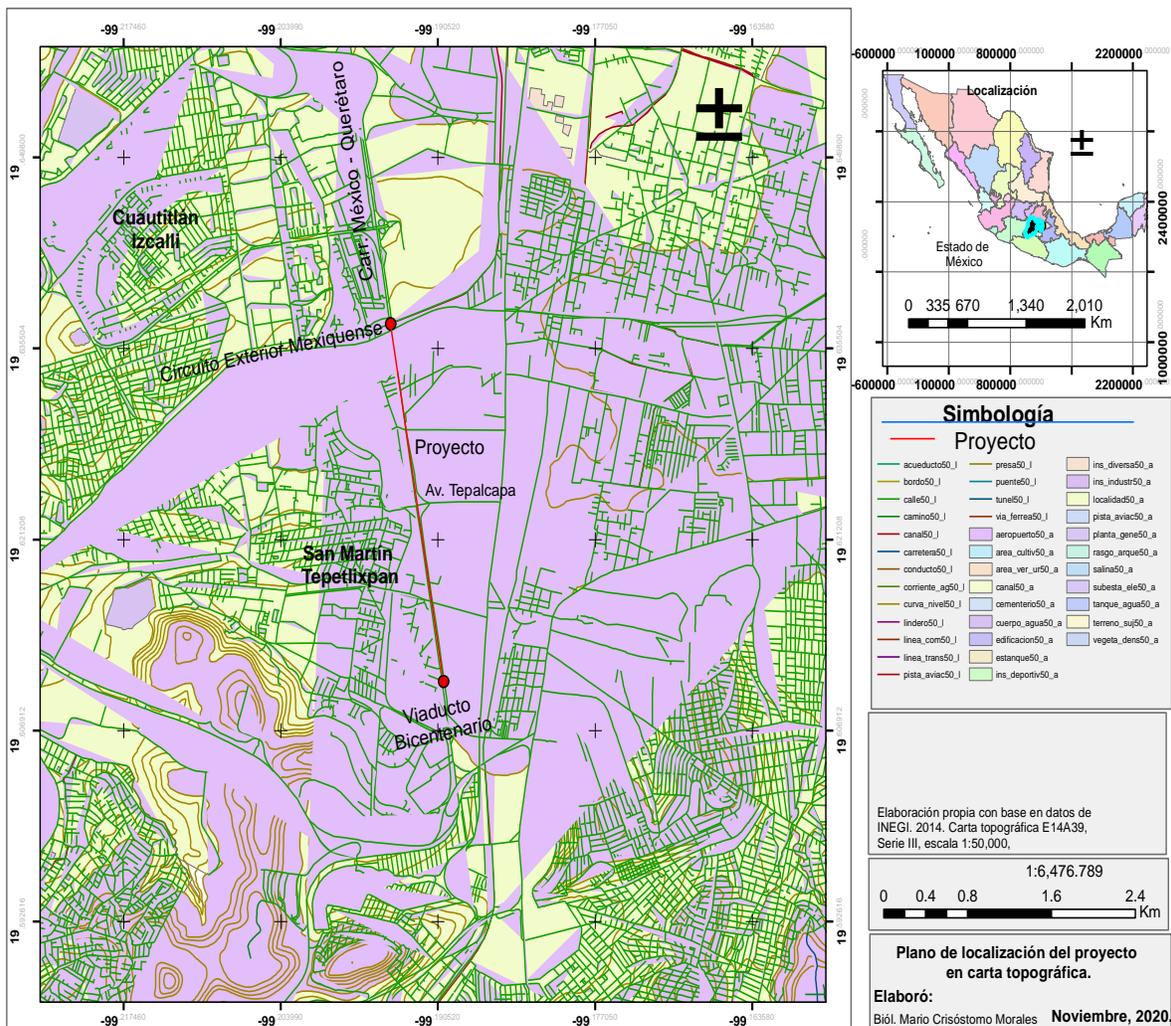


Figura IV.1. Localización del proyecto en carta Topográfica.

El proyecto se localiza dentro de la Región Hidrológica No. 26 (Cuenca del Río Pánuco). Dentro de ésta, la cuenca del Valle de México está subdividida a su vez en once zonas hidrológicas. Y específicamente el proyecto se encuentra en la Zona Hidrológica VII. Asimismo, se localiza en la subcuenca Pachuca - Cd. de México.

Es importante mencionar que en la Ciudad de México y zona conurbada existe un fenómeno ampliamente conocido de asentamiento regional producido por el excesivo abatimiento de las presiones hidrostáticas dada la continua extracción de agua del subsuelo para consumo humano.

En la siguiente figura se muestra la localización del proyecto en la subcuenca “Pachuca - Ciudad de México”

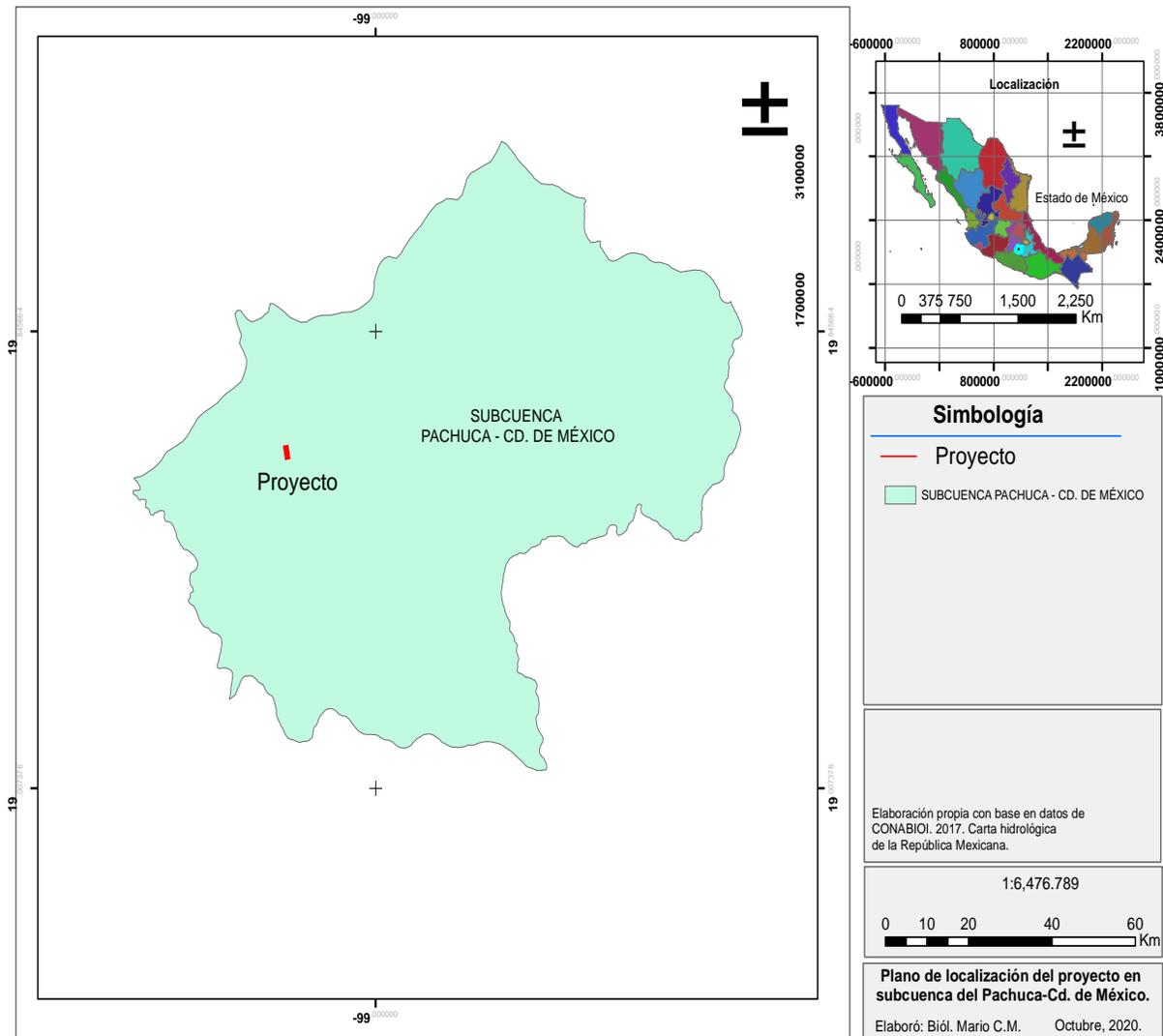


Figura IV.2. Localización del proyecto en la subcuenca “Pachuca - Cd. de México”.

IV.2. Delimitación del sistema ambiental

Con base en lo anterior, se presentan el plano con la delimitación del Sistema Ambiental de la subcuenca “Pachuca - Cd. de México”.

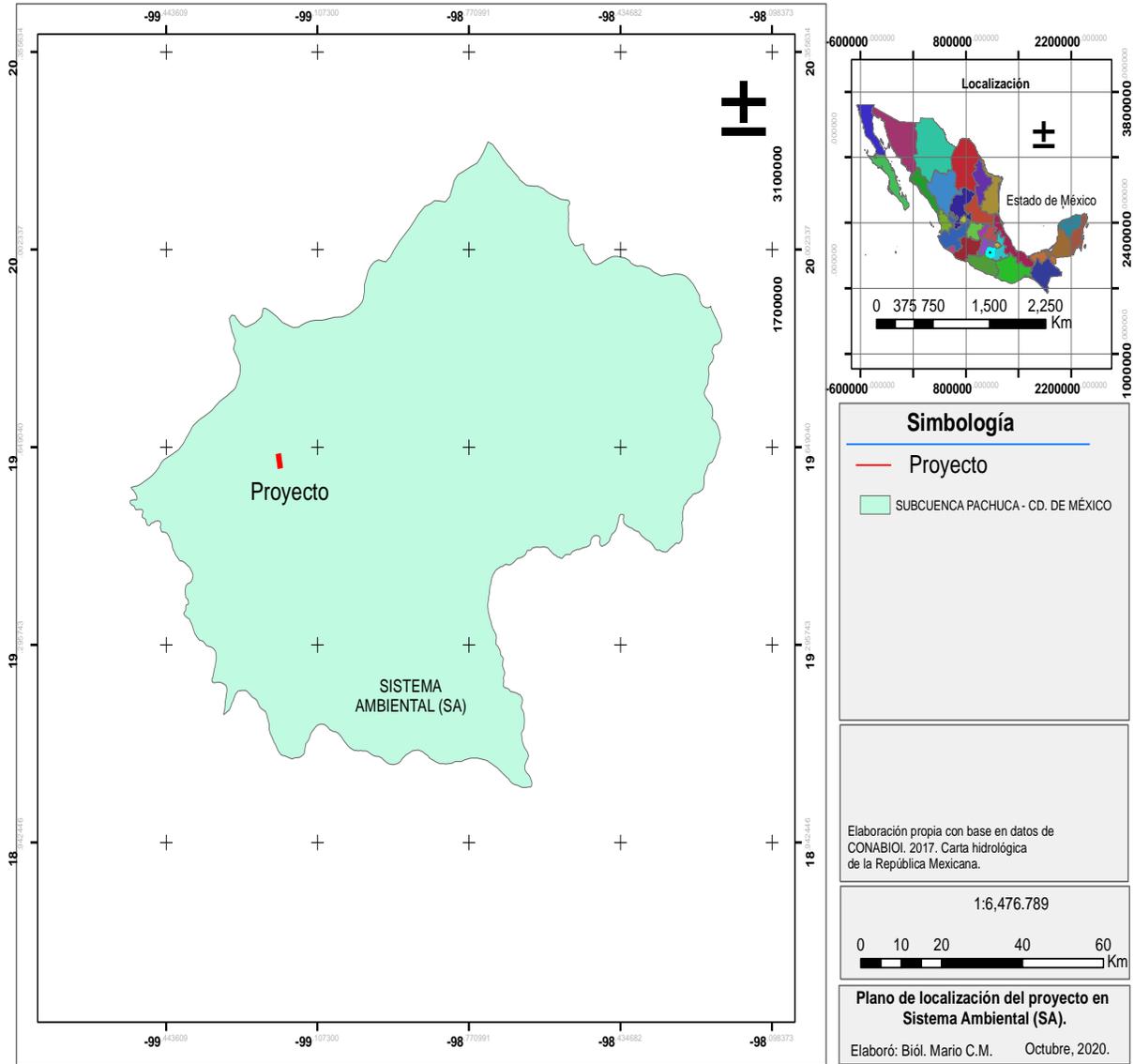


Figura IV.3. Delimitación del Sistema Ambiental.

IV.3. Caracterización y análisis del sistema ambiental

IV. 3.1. Medio abiótico

IV.3.1.1. Clima y fenómenos meteorológicos

En el área del SA se encuentra el clima templado subhúmedo, como se observa en la siguiente figura.

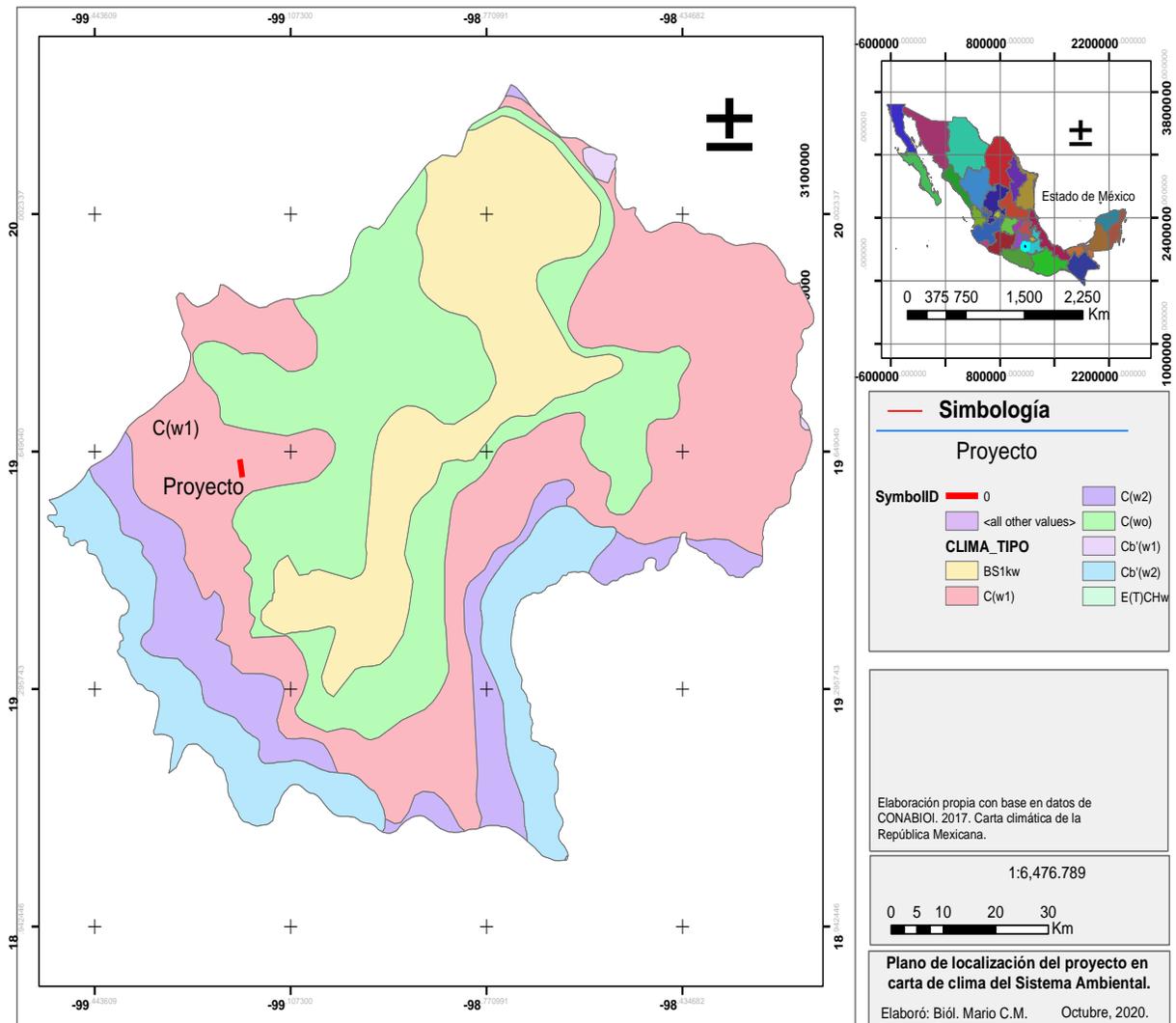


Figura IV.4. Climatología del Sistema Ambiental

De acuerdo a la Clasificación Köppen, modificado por E. García, 1981, los climas C(w) corresponden a los templados subhúmedos, presentan temperatura media para el mes más frío entre -3 y 18°C ; precipitación del mes más húmedo de la mitad del año en que está el verano mayor de diez veces y la del mes más seco, precipitación del mes más seco menor de 40 mm, lluvia de verano con índice P/T entre 43.2 y 55 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual. El sufijo 0, 1 y 2 se debe al grado de humedad que presenta el clima, siendo 2 el más húmedo. El clima BS corresponde a seco árido con régimen de lluvias de verano.

Se seleccionó la estación meteorológica más cercana a la zona de estudio.

Tabla IV.1. Coordenadas de la estación meteorológica San Martín Obispo.

Estación meteorológica San Martín Obispo (15098) CONAGUIA.			Distancia del proyecto a la estación meteorológica	Municipio
Coordenadas UTM Zona 14Q			70 m	Cuautitlán
Latitud	Longitud	Altura		
19°37'18" E.	99°11'34" N.	2255 msnm		

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional. Comisión Nacional del Agua. Normal Climatológica de la estación No.15098 San Martín Obispo (SMN) Datos de 1990-2010 (20 años)

- Normal climatológica

Las variables que componen la normal climatológica se resumen en la siguiente tabla que presentan datos de la estación San Martín Obispo que la Comisión Nacional del Agua mantiene en operación y que se ubica cercana al área de estudio.

Tabla IV.2. Normal climatológica San Martín Obispo.

Variable	San Martín Obispo (15098)					
	TMM ¹	PPM ¹	PMM ¹	DCL ¹	DCN ¹	EVAP ¹
	°C	Mm	Mm	Día	Día	Mm
Enero	12.2	7.6	48.5	1.9	3.1	125.9
Febrero	13.3	8.1	69.1	2.5	2.6	152.9
Marzo	15.6	11.5	55.3	3	2.3	211.9
Abril	17.5	27.7	312.5	6.9	3.5	217.3
Mayo	18.4	50.2	114.0	10.4	3.4	220.6
Junio	18.2	115.6	268.5	14.8	2.6	180.7
Julio	17.4	136.2	231.1	19.3	3.8	161.3
Agosto	17.1	137.4	294.2	19.1	4	152.9
Septiembre	16.6	114.8	299.8	15.7	4.5	135
Octubre	15.4	58.1	150.3	8.6	5.5	136.2
Noviembre	13.7	9.7	50.3	2.7	5.2	124.2
Diciembre	12.6	6.1	29.3	2	4.6	110
PROMEDIO	15.7	683	160.24	106.9	45.1	1,928.90

Fuentes: Servicio Meteorológico Nacional. Comisión Nacional del Agua. Normal Climatológica de la estación No.15098 San Martín Obispo (SMN) Datos de 1990-2010 (20 años)

TMM = Temperatura media mensual

PPMM = Precipitación promedio máxima mensual

DCN = Días con niebla

PPM = Precipitación pluvial media

DCL = Días con lluvia

EVAP = Evaporación

En la siguiente tabla y figura se muestra la relación precipitación- temperatura de la estación meteorológica San Martín Obispo. Como se observa, las mayores temperaturas se presentan en los meses mayo y junio con 18.4°C y 18.2°C respectivamente, y las de menor en los meses de enero y diciembre con 12.2°C y 12.6°C. La temporada con mayor precipitación ocurre en los meses de julio y agosto con 231.1 y 294.2 mm respectivamente. El mes con más lluvia es agosto con un valor de 294.2 mm, la temporada con mayor escasez de lluvia se presenta de noviembre a febrero, siendo diciembre el mes más seco con un valor de 29.3 mm.

Tabla IV.3. Precipitación y temperatura de la Estación climatológica San Martín Obispo.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Precipitación (mm)	7.6	8.1	11.5	27.7	50.2	115.6	136.2	137.4	114.8	58.1	9.7	6.1	683
Temperatura (°C)	12.2	13.3	15.6	17.5	18.4	18.2	17.4	17.1	16.6	15.4	13.7	12.6	15.7

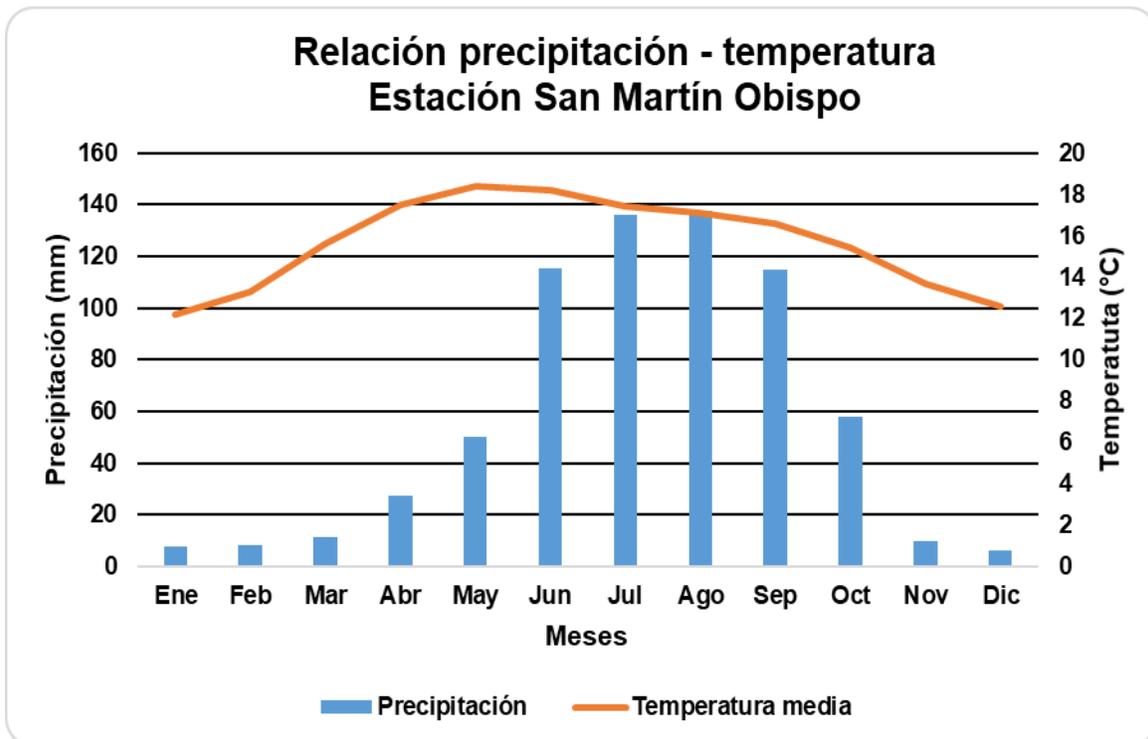


Figura IV.5. Gráfica relación precipitación temperatura en la estación meteorológica San Martín Obispo.

Con base en la tabla, y figura, se observó que las mayores temperaturas se presentan entre los meses de mayo y junio, con 18.4°C y 18.2°C respectivamente, y la menor en los meses de enero y diciembre con 12.2°C y 12.6°C. La temporada de lluvia ocurre en los meses de mayo a octubre, con precipitaciones que van de los 50.2 mm a los 137.4 mm. La precipitación más alta se presenta en el mes de agosto con 137.4 mm, la temporada más seca se presenta en los meses de enero y diciembre, con una precipitación mínima en el mes de diciembre con 6.1 mm.

En la siguiente tabla y figura se observa la relación entre precipitación y evaporación.

Tabla IV.4. Precipitación y evaporación de la estación San Martín Obispo.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Precipitación (mm)	7.6	8.1	11.5	27.7	50.2	115.6	136.2	137.4	114.8	58.1	9.7	6.1	683
Evaporación (mm)	125.9	152.9	211.9	217.3	220.6	180.7	161.3	152.9	135	136.2	124.2	110	1,928.90

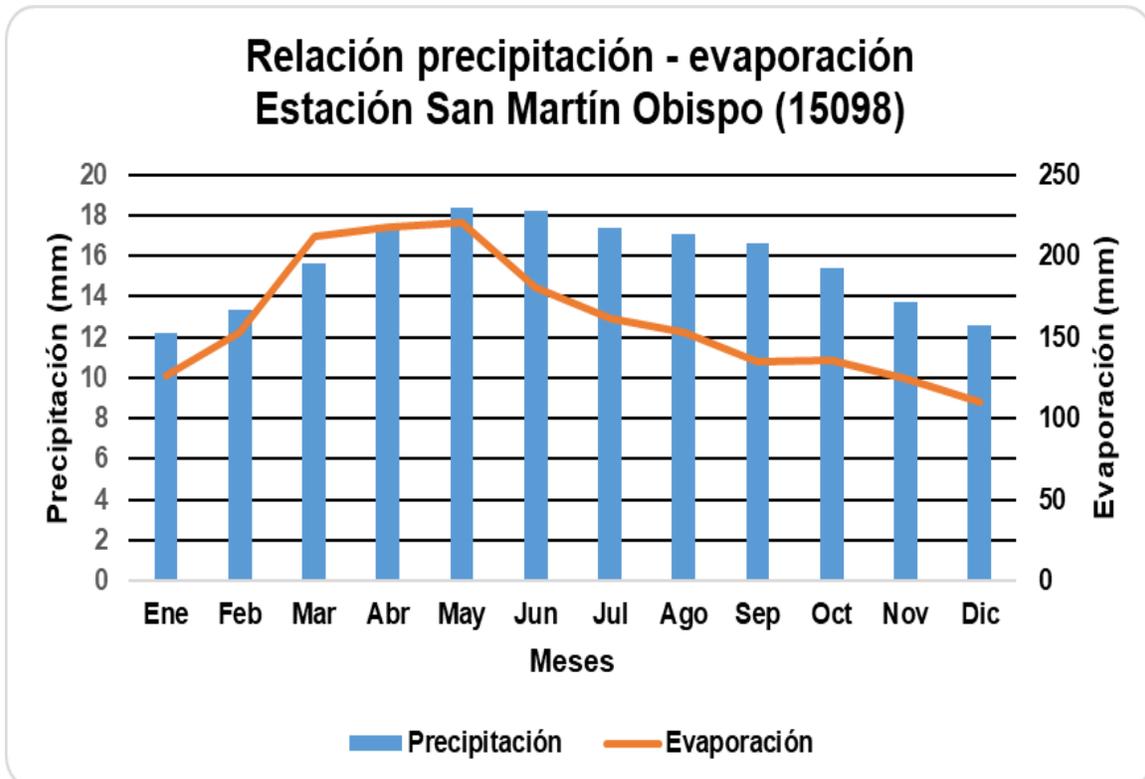


Figura IV.6. Gráfica relación de precipitación y evaporación de la estación San Martín Obispo.

De acuerdo a lo anterior, los valores de precipitación son mayores a los de evaporación durante todo el año, con excepción del mes de abril. Por lo que puede deducirse que no hay una gran cantidad de humedad que pueda concentrarse a lo largo del SA.

Vientos dominantes

La Rosa de los vientos, así como la velocidad de los mismos, se obtuvieron en la base de datos climáticos de *meteoblue*, que se basan en 30 años de simulaciones de modelos meteorológicos por hora y están disponibles para cualquier lugar de la Tierra. Le dan una buena indicación de los patrones climáticos típicos y condiciones previstas (temperatura, precipitación, radiación solar y viento). Los datos meteorológicos simulados tienen una resolución espacial de unos 30 km y pueden no reproducir todos los efectos del clima local, como las tormentas, vientos locales o tornados.

Como se observa en la figura siguiente, la dirección de los vientos que predomina es Norte y predominantemente el Nor-noreste. Esta variable alcanza velocidades de 1 a 19 Km/h, sin embargo, la velocidad del viento promedio oscila entre 1 y 5 Km/h.

En la siguiente figura se muestra la velocidad promedio del viento que se presenta durante cada mes. Donde se rectifica que la velocidad del viento es constante de julio a enero, sin embargo, a partir de febrero hay un incremento de esta, llegando al valor más alto durante mayo, y a partir de junio comienza a decaer hasta nuevamente permanecer constante.

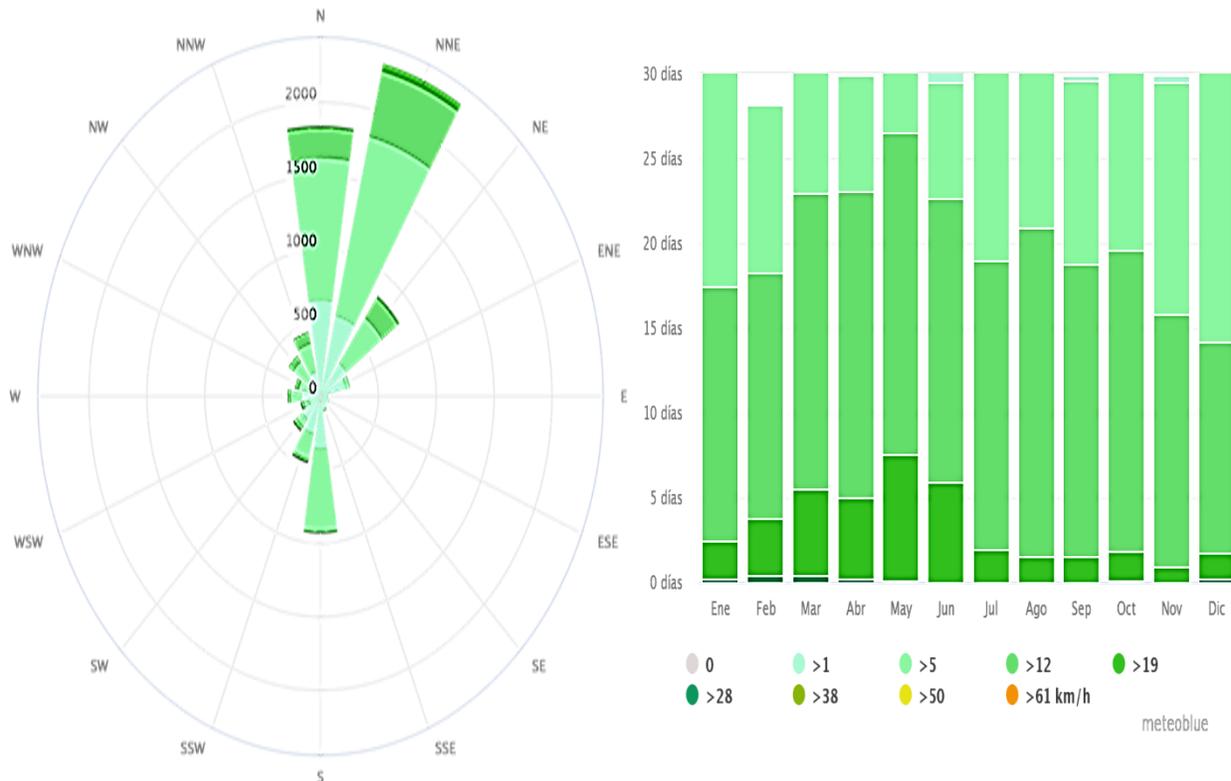


Figura IV.7. Velocidad promedio del viento cercana al área del proyecto.

Calidad del aire

Para conocer la calidad del aire en el Sistema Ambiental (SA), se consultaron las estaciones de monitoreo del aire del Sistema Nacional de Información de la Calidad del Aire (SINAICA). El SINAICA es una serie de programas informáticos que permiten recabar, transmitir y publicar la información de calidad del aire que se genera en las estaciones de monitoreo ubicadas en las diversas entidades federativas que disponen de la infraestructura adecuada para tal tipo de medición. La información proviene de Sistemas de Monitoreo de Calidad del Aire, SMCA, que son manejados por diferentes órdenes de gobierno, estatal y municipal.

En la siguiente figura se presenta la localización de las estaciones de monitoreo consultadas para conocer la calidad del aire del SA con respecto a la localización del Proyecto (línea amarilla).



Figura IV.8. Ubicación de las estaciones de monitoreo de la calidad del aire.

En la siguiente tabla se presenta la información cualitativa de cada estación de monitoreo. La información del cumplimiento de normas se actualiza cada hora, por lo que al momento de la captura de datos se presenta la siguiente información, cabe destacar que la calidad del aire puede variar.

Tabla IV.5. Datos cualitativos de la calidad del aire.

Estación	Cuautitlán	Villa de las Flores	Atizapán
Calidad del aire	BUENA	BUENA	BUENA
NO₂	presenta calidad del aire BUENA	*	presenta calidad del aire BUENA
PM10	presenta calidad del aire ACEPTABLE	*	*
SO₂	*	presenta calidad del aire BUENA	presenta calidad del aire ACEPTABLE/BUENA
CO	*	*	presenta calidad del aire BUENA

*Presenta datos insuficientes

IV.3.1.2. Geología

La litología del Estado de México está constituida por afloramientos de rocas de origen ígneo sedimentario y metamórfico, siendo las rocas ígneas extrusivas las que ocupan una mayor extensión. Éstas datan desde el Triásico (las metamórficas) hasta el Cuaternario (representado por rocas ígneas de composición basáltica, así como por depósitos lacustres y aluviales).

Las principales estructuras geológicas que se presentan son aparatos volcánicos, algunos de los cuales se cuentan entre los más notables del país: el Popocatepetl, el Iztaccíhuatl y el Nevado de Toluca. Además, existen fracturas y fallas regionales, asociadas a los fenómenos de vulcanismo y mineralización.

El Estado de México está comprendido dentro de dos provincias geológicas que son: el Eje Neovolcánico y la Sierra Madre del Sur. El Proyecto está ubicado dentro de la Provincia del eje Neovolcánico, a continuación, se hace la descripción de la misma.

Esta provincia cubre la mayor parte del estado en su porción norte. Limita al sur con la Sierra Madre del Sur. Está caracterizada geológicamente por el predominio de rocas volcánicas cenozoicas que datan del Terciario y del Cuaternario. El Valle de México se encuentra delimitado al Sur por la Sierra Chichinautzin, la cual se formó en el Cuaternario y por las Sierras de Pachuca, Tepotztlán, Guadalupe, Patlachique y Tepozán hacia el Norte, las cuales fueron formadas a fines del Mioceno.

Durante el Plioceno Inferior se crearon las Sierras de Las Cruces y Nevada, al Oeste y Este respectivamente, caracterizadas por una actividad extraordinaria de la que es testigo la formación Tarango constituida por piroclásticos depositados al pie de esas sierras. Los eventos cuaternarios mencionados al principio, entre el Popocatepetl y la Sierra de Zempoala, transformaron al Valle en una cuenca cerrada. Por esa razón se almacenó el agua en varios lagos, y los ríos que descendían de las sierras circundantes depositaron en potentes conos de deyección, materiales muy diversos al confluir a dichos lagos. Simultáneamente, la parte central de la cuenca se fue llenando con acarreo limo-arenoso y emisiones de cenizas y pómez provenientes de los volcanes del Sur, donde se han identificado 120 conos cineríticos. Finalmente, en la época glacial de los últimos 100,000 años, de alta pluviosidad, la masa de agua se extendió en las partes bajas llegando a formar un solo lago.

Con el cierre de la Cuenca del Valle de México hace unos 100,000 años, se dio inicio a la formación de depósitos lacustres sobre la masa de agua que se extendió en las partes bajas hasta llegar a formar un solo lago. En la parte central que corresponde al actual Lago de Texcoco, las aguas fueron salobres por formarse en vasos de evaporación, depositándose arcillas flocculadas ricas en agua, donde no pudo desarrollarse vegetación o turbas.

Los depósitos lacustres provienen de la sedimentación de ceniza volcánica transportada por aire o por corrientes de agua hacia los lagos de la cuenca. Un primer horizonte observando las formaciones de abajo hacia arriba, lo constituye la formación Tarango, que contiene en su parte más superficial arena cementada con carbonato de calcio, con algo de limo en las capas superiores y con grava en las capas inferiores; una de estas costras constituye la denominada Primera Capa Dura. Se encuentra también ceniza volcánica blanca del tamaño de arena fina.

En la siguiente tabla y figura se localiza el SA en la carta geológica, donde se identificaron los tipos de rocas presentes.

Tabla IV.6. Rocas presentes en la superficie del SA del proyecto

ROCA	LITOLOGÍA	LITOLOGÍA
Sedimentaria	Aluvial	Ignimbrita-Riolita
Extrusiva	Andesita	Lacustre
Extrusiva	Andesita-Basalto	Lutita-Caliza
Extrusiva	Andesita-Dacita	Metalvocano-sedimentario
Extrusiva	Basalto	Pórtido andesítico
Extrusiva	Basalto-Andesita	Riodacita
Sedimentaria	Caliza	Riolita-Toba dacítica
Sedimentaria	Caliza-Lutita	Conglomerado poligénico-Limolita
Sedimentaria	Caliza-Marga	
Extrusiva	Dacita-Andesita	Granito

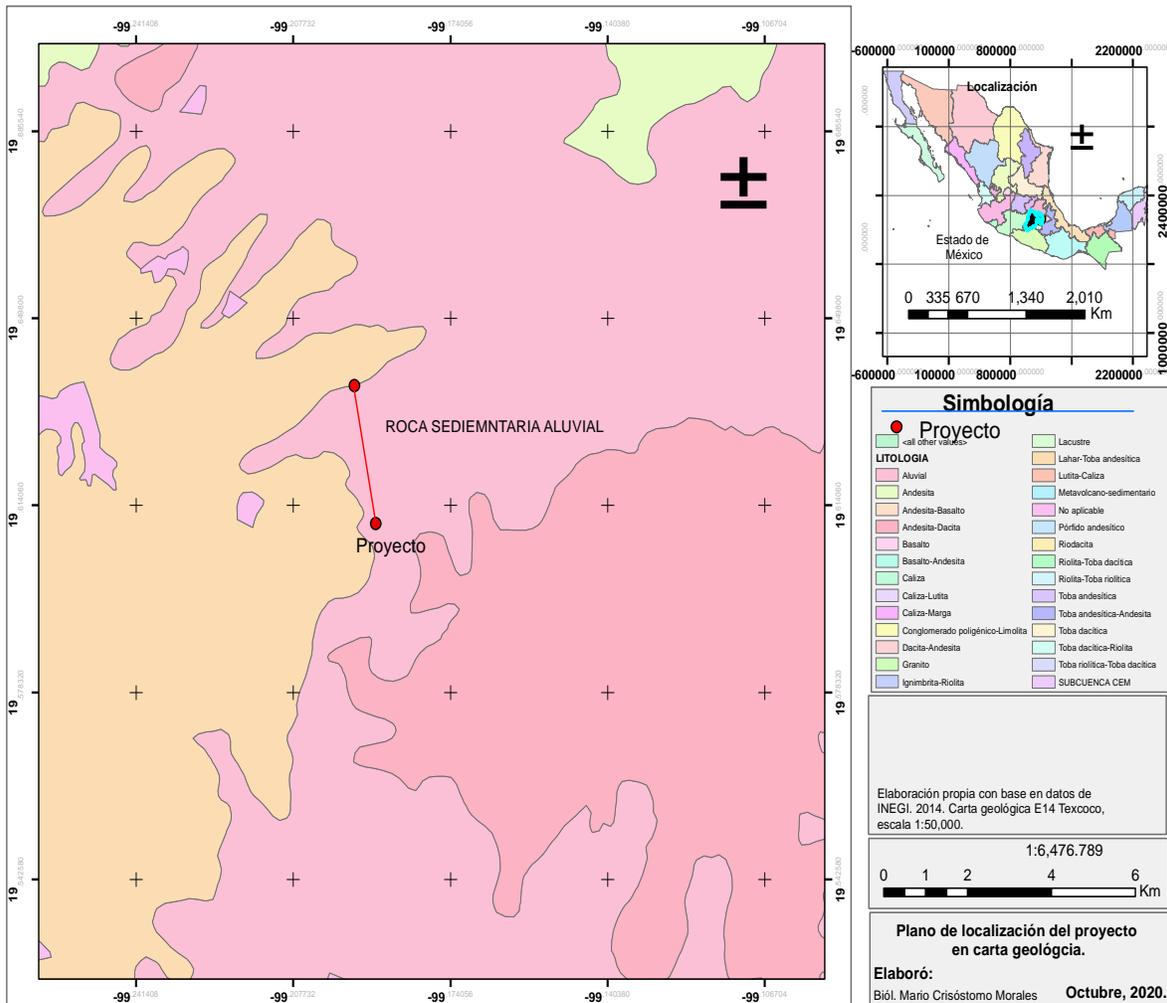


Figura IV.9. Localización del proyecto en plano geológico.

El sitio del proyecto se localiza sobre **rocas sedimentarias aluviales**.

Sismicidad del área de estudio

La causa de un sismo es la liberación súbita de energía dentro del interior de la tierra por un reacomodo de ésta. Este reacomodo se lleva a cabo mediante el movimiento relativo entre placas tectónicas. Las zonas en donde se lleva a cabo este tipo de movimiento se conocen como fallas geológicas y a los temblores producidos se les conoce como sismos tectónicos. No obstante, existen otras causas que también producen temblores, como por ejemplo los producidos por el ascenso de magma hacia la superficie de la tierra. Este tipo de sismos denominados volcánicos, nos pueden servir de aviso de una posible erupción volcánica.

Las placas de la corteza terrestre están sometidas a tensiones; en la zona de roce (falla), la tensión es muy alta y, a veces, supera a la fuerza de sujeción entre las placas. Entonces, las placas se mueven violentamente provocando ondulaciones y liberando una enorme cantidad de energía. Este proceso se llama movimiento sísmico o terremoto.

El área de estudio se encuentra en una zona sísmica tipo B (moderado), corresponde a una zona intermedia, donde se registran sismos no frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones, pero no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo. Por lo que no existe riesgo con la construcción del proyecto.

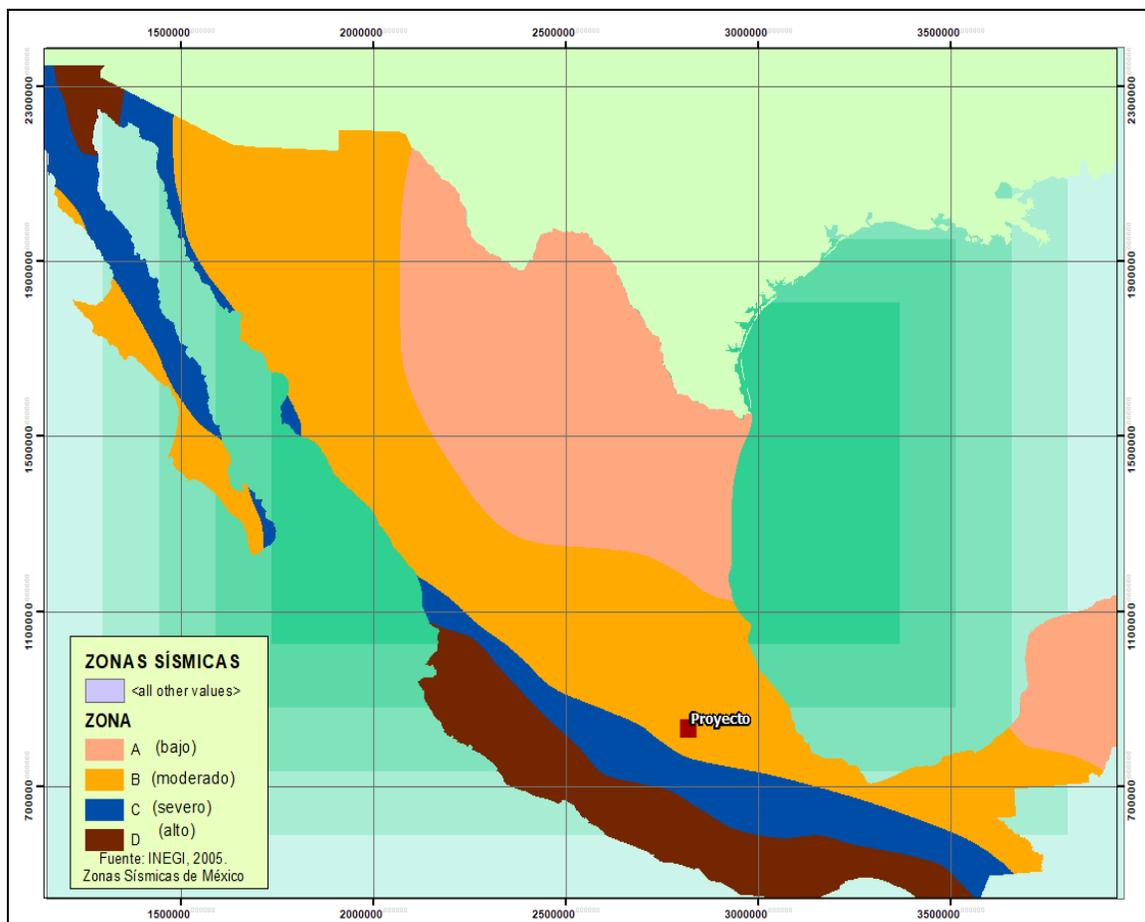


Figura IV.10. Zona Sísmica donde se encuentra el SA.

IV.3.1.3. Fisiografía

Los límites del Estado de México comprenden áreas que corresponden a dos provincias fisiográficas del país: la del Eje Neovolcánico, que ocupa la mayor parte del país; y la de la Sierra Madre del Sur, en las proporciones más australes de la entidad.

El Eje Neovolcánico, considerado como la frontera geográfica entre Norteamérica y Centroamérica, constituye una franja de unos 130 km de ancho que atraviesa la República Mexicana desde el océano Pacífico hasta el Golfo de México y que contiene las cimas más elevadas del país, algunas de las cuales se encuentran, total o parcialmente, en el Estado de México, como el Popocatepetl, el Iztaccíhuatl y el Nevado de Toluca o Xinantécatl, que con sus 5,500, 5,200 y 4,680 msnm, respectivamente, contienen las cumbres más elevadas de la República Mexicana. Asimismo, se caracteriza por ser una enorme masa de rocas volcánicas de todos los tipos, acumulada en innumerables y sucesivos episodios volcánicos que se iniciaron a mediados del Terciario.

La integran grandes sierras volcánicas, grandes coladas lávicas, conos dispersos o en enjambre, grandes escudo-volcanes de basalto, depósitos de arenas cenizas etc.; dispersos entre extensas llanuras.

En el Estado de México, se manifiesta a través de cuatro formas de relieve principales (sierra volcánica, volcanes aislados, lomeríos y llanuras asociados con vasos lacustres) y se divide en tres subprovincias. Lagos y Volcanes del Anáhuac, con el 59% del estado y la casi totalidad de nuestras regiones VMM y Valle de Toluca; Mil Cumbres, una zona accidentada que ocupa el 10% del estado y se concentra al occidente del mismo, uniéndose con la provincia Sierra Madre del Sur; y Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo, con 7% de la entidad y ubicada al norte de la misma, sobre todo en nuestra región del Noroeste, al norte de la sierra de Timilpan.

Subprovincia Lagos y Volcanes del Anáhuac

En Lagos y Volcanes del Anáhuac pueden diferenciarse seis unidades de relieve principales. En primer lugar, sierra Nevada, que incluye los volcanes Popocatepetl e Iztaccíhuatl y que separa los valles de México y Puebla. En segundo lugar, la cuenca de México, donde se asienta la Ciudad de México y buena parte de los municipios mexiquenses conurbados a ella.

En tercer lugar, la sierra de las Cruces, que, independientemente de que, en su tramo meridional, que llega hasta la UM de Ocuilan, se una con la sierra del Ajusco, separa, como es bien sabido, las cuencas de México y del río Lerma, pero también el VMM del Noroeste a través de una zona de cañadas (entendidas como valles fluviales de pendientes abruptas) que coincide, básicamente, con la porción mexiquense de la subcuenca hidrológica del Río del Salto.

En cuarto lugar, la sierra de Timilpan, que cierra al norte la llanura lacustre del río Lerma y que, en el sentido amplio aquí empleado, se extiende desde la sierra de las Cruces, a la altura del cerro de la Bufa, hasta el estado de Querétaro, 33 integrando sierras y lomeríos de cinco municipios del Noroeste (Chapa de Mota, Morelos, Timilpan, Acambay y Aculco).

En quinto lugar, la cuenca del río Lerma, que puede dividirse en valle Matlazinca o valle del curso alto del río Lerma y valle de Ixtlahuaca-Atacomulco o valle de los cursos medio y bajo del mismo río Lerma. En sexto y último lugar, la sierra Xinantécatl, 34 que cierra al sur la cuenca del río Lerma y que, en el sentido amplio aquí empleado, se extiende desde la sierra de las Cruces, en el tramo compartido por los municipios de Tianguistenco y Ocuilan, hasta una serie de “cerros” superiores a los 3,000 msnm.

El Sistema Ambiental se encuentra dentro de la provincia “Lagos y volcanes de Anáhuac, como se ilustra en la siguiente figura.

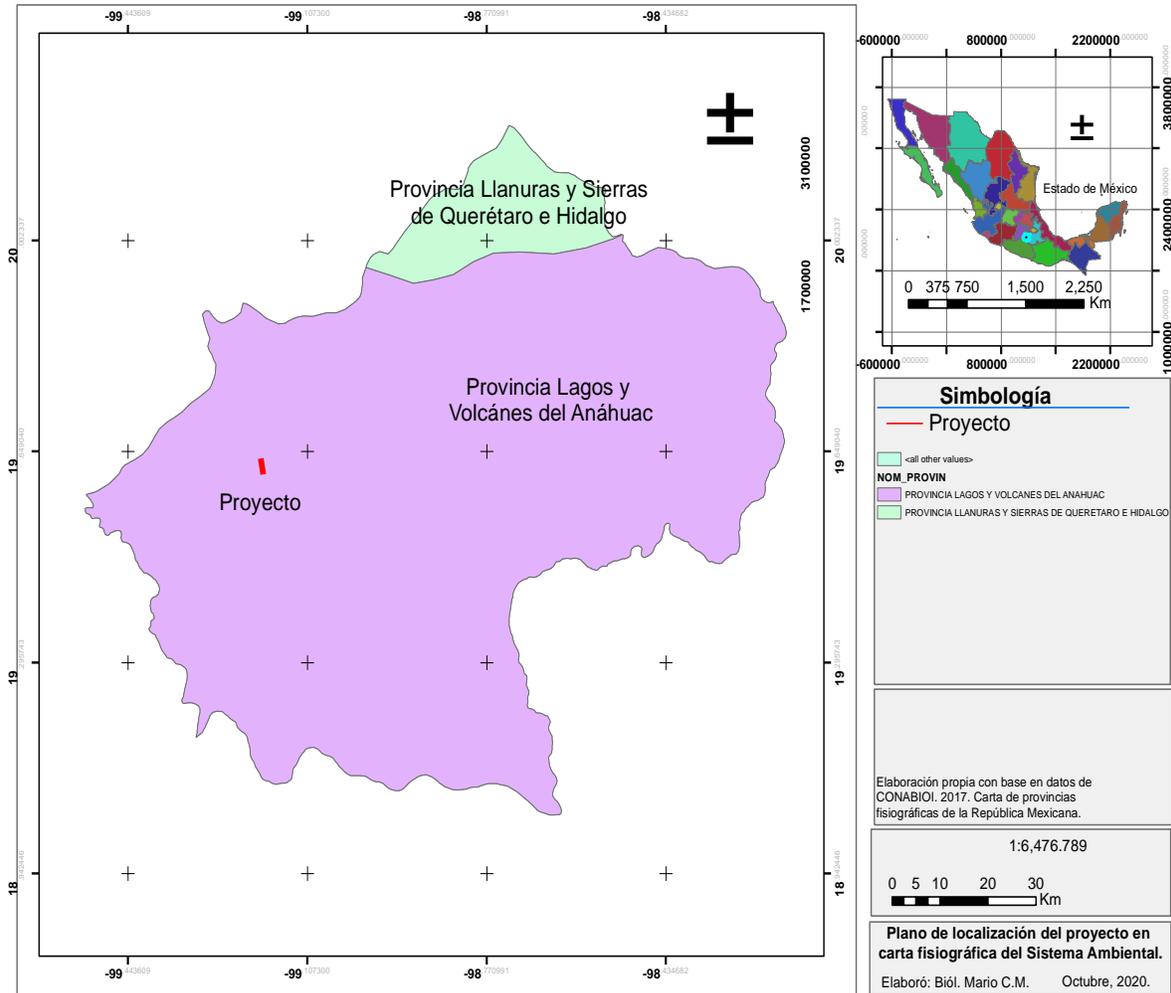


Figura IV.11. Plano de sub provincias fisiográficas del área de estudio.

IV.3.1.4. Suelo

Los suelos presentes en la subcuenca se describen de acuerdo a las cartas edafológicas, así como la información recabada en la literatura. De manera gráfica se puede observar en la siguiente cartografía la distribución de los diferentes tipos de suelo en el SA.

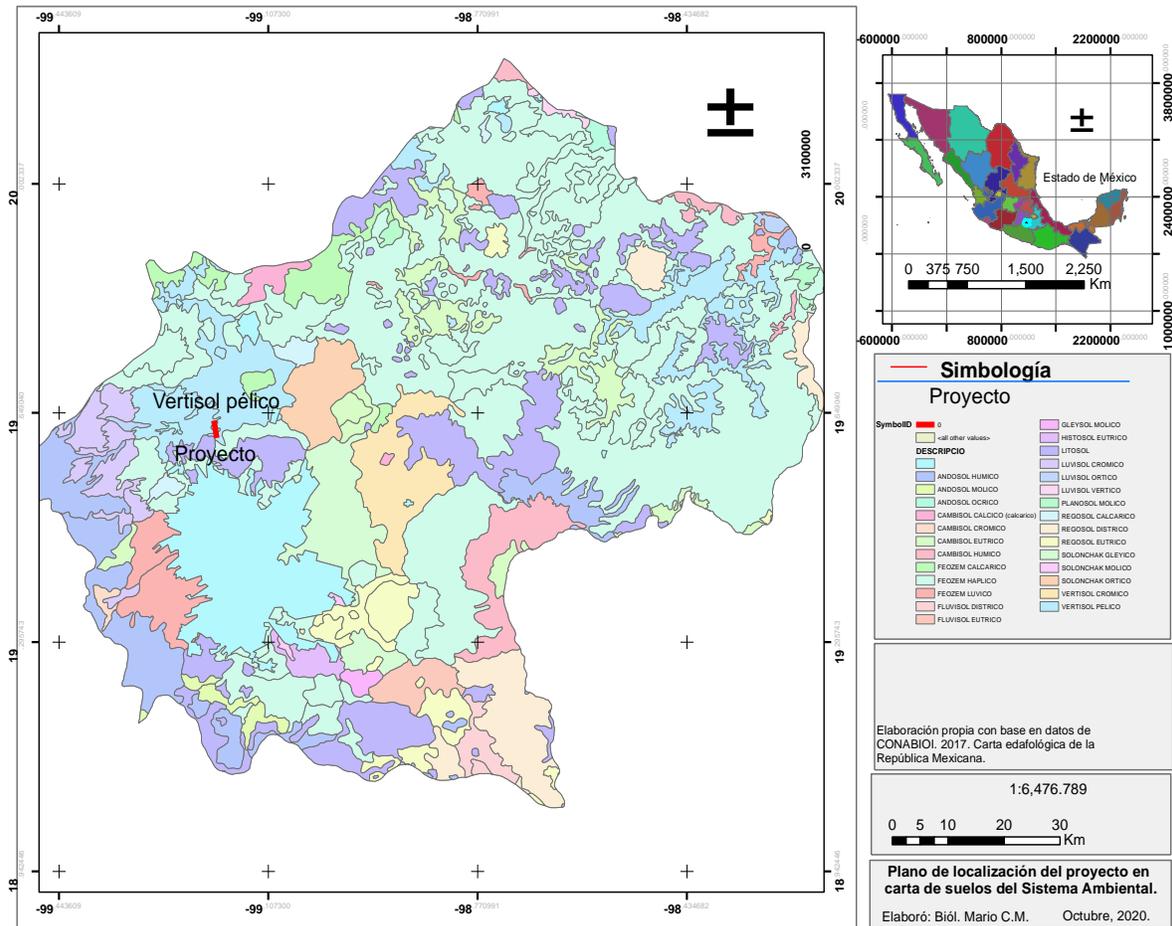


Figura IV.12. Unidades edafológicas presentes en el SA.

Descripción de unidades de suelo en SA

A continuación, se presentan las unidades de suelo presentes en el SA.

Tabla IV.7. Descripción de unidades de suelo en el SA.

Unidad de suelo	Descripción de unidades de suelo
Andosol	Suelos de origen volcánico, constituidos principalmente de ceniza, la cual contiene alto contenido de alófono, que le confiere ligereza y untuosidad al suelo. Se extienden territorialmente en las regiones de Mil Cumbres y la Neovolcánica Tarasca, en el estado de Michoacán, en las Sierras Neovolcánicas Nayaritas, Sierra de los Tuxtlas en Veracruz y en la región de Lagos y Volcanes de Anáhuac, en el centro del país. Son generalmente de colores oscuros y tienen alta capacidad de retención de humedad. En condiciones naturales presentan vegetación de bosque o selva. Tienen generalmente bajos rendimientos agrícolas debido a que retienen considerablemente el fósforo y éste no puede ser absorbido por las plantas

Unidad de suelo	Descripción de unidades de suelo
Cambisol	Se desarrollan sobre materiales de alteración procedentes de un amplio abanico de roca, entre ellos destacan los depósitos de carácter eólico, aluvial o coluvial. Aparecen sobre todas las morfologías, climas y tipos de vegetación. El perfil es de tipo ABC. El horizonte B se caracteriza por una débil a moderada alteración del material original.
Feozem	Se encuentran en climas templados y húmedos con vegetación natural de pastos altos o bosques. Son suelos oscuros y ricos en materia orgánica, por lo que son muy utilizados en agricultura de temporal; sin embargo, las sequías periódicas y la erosión eólica e hídrica son sus principales limitantes. Se utilizan intensamente para la producción de granos (soya, trigo y cebada, por ejemplo) y hortalizas, y como zonas de agostadero cuando están cubiertos por pastos. A nivel mundial, ocupan alrededor de 190 millones de hectáreas, de las cuales cerca de una cuarta parte se encuentra en las pampas argentinas y uruguayas (IUSS, 2007). En México, se distribuyen en porciones del Eje Neovolcánico, la Sierra Madre Occidental, la Península de Yucatán, Guanajuato y Querétaro, principalmente.
Gleysol	El material original lo constituye un amplio rango de materiales no consolidados, principalmente sedimentos de origen fluvial, marino o lacustre, del Pleistoceno u Holoceno. La mineralogía puede ser ácida o básica. Se encuentran en áreas deprimidas o zonas bajas del paisaje, con mantos freáticos someros.
Litosol	Son suelos muy delgados, pedregosos y poco desarrollados que pueden contener una gran cantidad de material calcáreo. Son los suelos de mayor distribución a nivel mundial y están asociados a sitios de compleja orografía, lo que explica su amplia distribución en México.
Luvisol	Suelos con acumulación de arcilla, son suelos que se encuentran en zonas templadas o tropicales lluviosas como en los Altos de Chiapas y el extremo sur de la Sierra madre Occidental, en los estados de Durango y Nayarit, aunque en algunas ocasiones también pueden encontrarse en climas más secos como los Altos de Jalisco o los Valles Centrales de Oaxaca. Son frecuentemente rojos o amarillentos, aunque también presentan tonos pardos.
Planosol	Se caracterizan por presentar, debajo de la capa superficial, una capa menos delgada de un material claro que es siempre menos arcilloso que las capas ubicadas arriba o abajo de él. Esta capa es infértil y ácida, y a veces impide el paso de las raíces. Debajo de la capa mencionada se presenta un subsuelo muy arcilloso e impermeable, o bien roca o tepetate, también impermeables. Se utiliza para actividades agropecuarias. Son muy susceptibles a la erosión, sobre todo en las capas superficiales que descansan sobre la arcilla o tepetate.
Regosol	En general, son suelos muy jóvenes que se desarrollan sobre material no consolidado, de colores claros y pobres en materia orgánica, con excepción de zonas de permafrost y en todas las elevaciones, y son particularmente comunes en las regiones áridas, semiáridas y montañosas. Muchas veces se asocia con los Leptosoles y con afloramientos de roca tepetate.
Solonchak	El término solonchak deriva de los vocablos rusos “sol” que significa sal y “chak” que significa área salina, haciendo alusión a su carácter salino. El material original lo constituye, prácticamente, cualquier material no consolidado. Se encuentran en regiones áridas o semiáridas, principalmente en zonas permanentemente o estacionalmente inundadas. La vegetación es herbácea con frecuente predominio de plantas halófilas; en ocasiones aparecen en zonas de regadío con un manejo inadecuado. En áreas costeras pueden aparecer bajo cualquier clima.
Vertisol	Suelos de climas templados y cálidos, especialmente de zonas con una marcada estación seca y otra lluviosa, se caracterizan por su estructura masiva y su alto contenido de arcilla la cual es expandible en húmedo formando superficies de deslizamiento llamadas facetas y que por ser colapsables en seco pueden formar grietas en la superficie o a determinada profundidad, su color más común es el negro o gris oscuro en la zona centro a oriente de México y de color café rojizo hacia el norte del país.

Cálculo de la erosión en sus tres escenarios.

El tipo de suelo que se encuentra en el área del proyecto es **Vertisol pélico**, con un 100 % de ocupación del predio. El cálculo de la Erosión Total comprende tres escenarios del área propuesta para el Proyecto y son:

- **Escenario 1 sin Proyecto:** erosión actual en el área del Proyecto (donde se llevará a cabo las etapas de desmonte y despalme; construcción; operación y mantenimiento del proyecto).
- **Escenario 2 con Proyecto:** erosión en el Proyecto donde se llevará la etapa de desmonte y despalme.
- **Escenario 3 con Proyecto y medidas:** erosión en el Proyecto con la presencia del mismo y con las medidas de mitigación del suelo.

La pérdida de suelo es la acción física que tiene este sustrato por la acción del viento (Erosión Eólica) o el arrastre del material particulado no consolidado por la acción del agua de lluvia (Erosión Hídrica) y la suma de ambas indica la Erosión Total a que está sujeta una unidad de área.

Metodología para el cálculo de la erosión:

Se emplea el **Modelo de la Ecuación Universal de Usle para la Pérdida de Suelos** (SEDUE. (1988). Manual de Ordenamiento Ecológico del Territorio. Secretaria de Desarrollo Urbano y Ecología, México, D.F.), con las siguientes Índices y sus fórmulas.

Índices

La metodología utilizada para estimar la Erosión Total requiere del cálculo de 7 índices los cuales se presentan en la siguiente tabla, posteriormente se indica su descripción y aplicación.

Tabla IV.8. Descripción de índices para calcular la Erosión Total.

Índices	Descripción
1. PECRE	Período de crecimiento (días con lluvias al año.)
2. IALLU	Índice de agresividad de la lluvia.
3. IAVIE	Índice de agresividad del viento.
4. CAERO	Coefficiente de erodabilidad.
5. CATEX	Calificación de textura y fase.
6. CATOP	Calificación de la topografía.
7. CAUSO	Calificación por uso del suelo.

PECRE:

El periodo de crecimiento se define como el número de días al año con disponibilidad de agua y temperatura favorable para el desarrollo de un cultivo (media anual). Se obtiene con el siguiente cálculo:

$$\text{PECRE} = (0.2408) (\text{Precipitación}) - 0.0000372 (\text{Precipitación})^2 - 33.1019$$

IALLU:

El valor del PECRE se transforma en el Índice de agresividad de la lluvia (IALLU) por medio de la fórmula:

$$\text{IALLU} = 1.1244 (\text{PECRE}) - 14.7875$$

IAVIE:

El PECRE se transforma en el índice de agresividad del viento (IAVIE) por medio de la fórmula:

$$\text{IAVIE} = 160.8252 - 0.7660 (\text{PECRE})$$

CAERO:

Para la evaluación de la erosión hídrica se elaboró el cálculo del coeficiente de erodabilidad (CAERO) con base en los valores que se detallan en la tabla siguiente.

Tabla IV.9. Índices CAERO de acuerdo a las unidades edafológicas.

CAERO	Unidades de suelo							
0.5	Af	An	Bf	Bh	Cg	Ch	Ck	Cl
	E	Fha	Fh	Fo	Fp	Fr	Fx	Gc
	Gh	Gm	Hc	Hg	Hh	Hi	Jc	Lf
	Nd	Nc	Nh	Od	Oe	Ox	Qa	Qc
	Qf	Ql	Rc	Th	Tm	U	Zm	
1	Ag	Ac	Bc	Bd	Be	Bg	Bk	Gd
	Ge	Gp	Jd	Je	Kh	Kk	Hi	Lc
	Lg	Lk	Lo	Ma	Hg	Ph	Pl	Rd
	Re	Sm	To	Tv	Wh	Wm	Zg	Zo
2	Ao	Ap	Bv	Bx	Dd	De	Dg	Gx
	Li	Jt	La	Lp	Lv	Pf	Pg	Po
	Pp	Rx	Sg	Vc	Vp	Wd	We	Ws
	Wx	Xh	Xk	Xl	Xy	Yh	Yk	Yl
	Xy	Yt	Zt					

CAERO = [(CAERO de la unidad edafológica) (porcentaje de ocurrencia de la unidad edafológica)] / 100

CATEX:

Se obtiene la calificación de textura y fase de los suelos presentes con los valores que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla IV.10. Valores para CATEX de acuerdo a los tipos de textura.

CATEX	Textura y fase
0.2	1 (Gruesa)
0.3	2 (Media)
0.1	3 (Fina)
0.5	Fase Pedregosa o Gravosa

Fuente: SEDESOL, Programa de Prevención de Riesgos en los asentamientos Humanos (PRAH).

CATOP:

Se califica la topografía (CATOP) mediante la pendiente o la topografía basándose en los valores de la siguiente tabla.

Tabla IV.11. Valores para CATOP de acuerdo a la topografía.

CATOP	Clase	Rango	Topografía
0.35	A	0 - 8%	Valle, Llanura, Meseta con variación de 500 m
3.50	B	8 - 30%	Lomeríos, Meseta con variación de 500 a 750 m
11.0	C	Mayor del 30%	Sierra Bajada, Meseta con variación mayor de 750 m

Fórmula:
$$\text{CATOP} = [(\text{CATOP topografía}) (\text{porcentaje})] / 100$$

CAUSO:

Cálculo de Calificación por Uso de Suelo (CAUSO) a partir de los valores que se presentan en la siguiente tabla y el mapa de Uso de Suelo y Vegetación de la Serie V del INEGI.

Tabla IV.12. Valores para CAUSO de acuerdo al Uso de Suelo y Vegetación.

CAUSO	Uso de Suelo y Vegetación
1.00	Suelo desnudo
0.80	Agrícola
0.10	Bosque
0.12	Pastizal o pradera
0.15	Matorral
0.0	Área urbana

La fórmula es:

$$\text{CAUSO} = [(\% \text{ vegetación} * \text{CAUSO del tipo de vegetación}) + (\% \text{ vegetación} * \text{CAUSO de tipo de vegetación})] / 100$$

Cálculo de la erosión hídrica:

Para obtener la erosión hídrica expresada en ton/ha/año se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{Erosión hídrica} = \text{IALLU} \times \text{CAERO} \times \text{CATEX} \times \text{CATOP} \times \text{CAUSO}$$

Cálculo de la erosión eólica:

Para obtener la erosión eólica expresada en ton/ha/año se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{Erosión eólica} = \text{IAVIE} \times \text{CATEX} \times \text{CAUSO}$$

Cálculo de la Erosión Total:

$$\text{Erosión Total} = \text{erosión eólica} + \text{erosión hídrica}$$

Los valores que se pueden obtener como resultado de la aplicación de la metodología descrita, pueden oscilar entre 0 y más de 200 ton/ha/año, estos valores se clasifican según la siguiente tabla.

Tabla IV.13. Valores de erosión.

Clase de degradación	Valor de erosión (ton/ha/año)
Ligera	< 10 ton
Moderada	10 - 50
Alta	50 - 200
Muy alta	> 200

Los cálculos correspondientes de los tres escenarios de erosión calculados para el proyecto se pueden consultar en el **Anexo 4.3. Erosión**, recordando que el **Escenario 1** es sin Proyecto, es decir, es el cálculo de la erosión actual en el área del Proyecto (donde se llevará a cabo las etapas de desmonte y despalde; construcción; operación y mantenimiento, y abandono del sitio); el **Escenario 2** es con Proyecto, pero sin las medidas de mitigación, es decir, es el cálculo de la erosión en el Proyecto una vez llevada a cabo la etapa de desmonte y despalde y dejando el suelo desnudo; y, por último, el **Escenario 3** con Proyecto y medidas de mitigación, en otras palabras, es la erosión en el Proyecto con la presencia del mismo y con las medidas de mitigación del suelo.

A continuación, se presentan los resultados de los tres escenarios de erosión, se observa que en los **Escenarios 1 y 3** la erosión es **Ligera**, mientras que en el **Escenario 2** es **Muy alta**. Lo que se traduce en una erosión ligera actual en el área del proyecto, mientras que cuando es llevado a cabo el desmonte, la erosión aumenta exponencialmente y cuando el proyecto está operando con medidas de mitigación, la erosión regresa a ser ligera, e incluso menor a la actual debido al uso del concreto que sirve como barrera física contra la erosión del suelo. A continuación, se presentan los resultados de los diferentes escenarios.

Tabla IV.14. Resultados de los índices de erosión.

Unidades Ton/ha/año	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3
Índice de Erosión Eólica	4.6574	38.8116	2.0515
Índice de Erosión Hídrica	1.5918	13.2651	1.0983
Perdida de Suelo (Ton/ha/año)	6.2492	52.0766	3.1498
Erosión Total (ton/año)	16.5985	138.3208	8.3662

Con base en los resultados anteriores, se concluye que la mayor pérdida de suelo dentro del área del proyecto es debido a factores hídricos. Por otra parte, actualmente se pierden 16.6 toneladas al año de suelo en la superficie que ocupará el proyecto y cuando se lleve a cabo la etapa de desmonte y despalde se perderán 138.3 toneladas al año de suelo en la misma superficie, es decir, el proceso erosivo en esa superficie aumentará un más que el proceso erosivo actual. Es, por ello, necesario la rapidez en la construcción del Proyecto, ya que, una vez construido la erosión disminuirá por debajo de la erosión actual teniendo una pérdida de suelo de 8.3662 toneladas al año en la superficie del proyecto.

Con base en lo anterior se recomienda que el suelo desplazado se resguarde y se coloque nuevamente en las áreas libre para el Programa de Reforestación.

Cuenca 26D Río Moctezuma.

Tiene una superficie dentro del estado de 7,933.830 km². La corriente más importante de esta cuenca es el principal afluente del Río Pánuco, teniendo como origen al Río San Juan y al Río Tula, el cual después de un recorrido de 174 km cambia de nombre a Río Moctezuma.

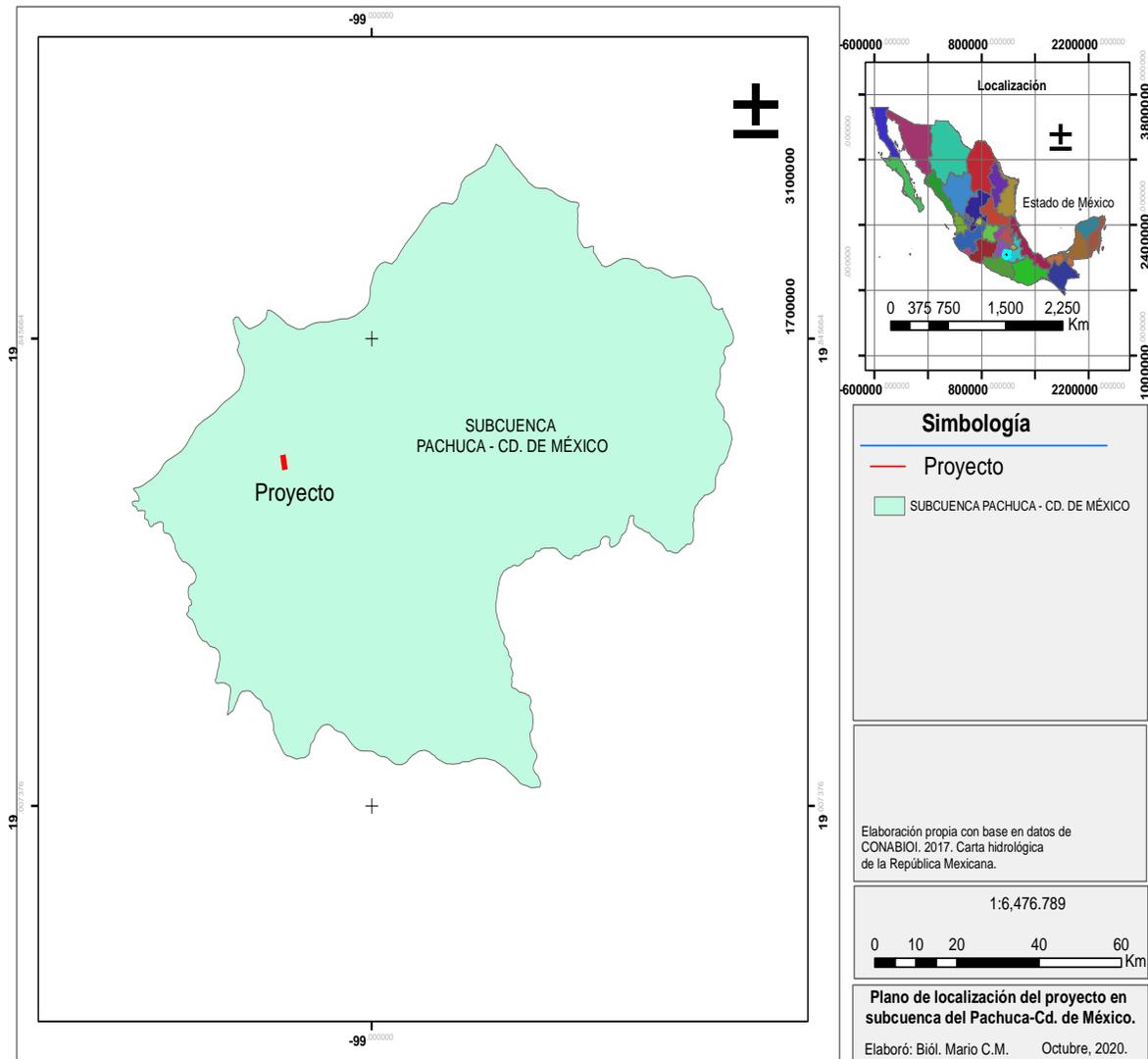


Figura IV.14. Localización del proyecto en la subcuenca “Pachuca-Ciudad de México”.

Esta cuenca presenta también un problema de contaminación de primer orden y requiere de control inmediato. La situación que prevalece aquí se ha hecho muy crítica, a causa de las descargas del gran número de industrias de diferentes ramas y de las del Gran Canal que proviene de la Ciudad de México; estas descargas involucran un volumen muy grande de demanda bioquímica de oxígeno, lo cual repercute negativamente en la ecología de la zona.

CAPTACIÓN DEL AGUA (INFILTRACIÓN).

Según los datos técnicos del proyecto, para instalar el proyecto se hará el desmonte y despalme en una superficie de 26,561 m² (2.6561 ha), por lo que, en el área reducirá la capacidad de infiltración y escurrimiento al verse afectada la porosidad, rugosidad del terreno y por la pérdida de la vegetación en el sitio.

Según Bateman & Bateman (2007) la infiltración es el proceso por el cual el agua se transfiere desde la superficie del terreno hacia sus profundidades y que depende de la morfología y composición del terreno, mientras que el escurrimiento es el proceso superficial por el cual el agua fluye por la superficie del terreno hacia los cauces y el mar.

Para estimar la afectación al recurso agua, se utilizaron los datos de precipitación pluvial que ocurren en la Cuenca Hidrológica Forestal donde se localizará el proyecto del drenaje pluvial, referidos en los datos vectoriales disponibles en CONABIO. Con esta información se obtuvo que en la zona se tienen un promedio de 744.25 mm de precipitación anualmente (datos de las estaciones climatológicas San Martín Obispo y Las Arboledas). A este promedio de 744.25 mm corresponde en 1 m², dado que los pluviómetros registran la cantidad en mm de agua que caen en 1 m². De este modo, si se considera que el proyecto tiene una superficie de afectación de 26,561 m², entonces se puede saber la cantidad de agua que escurriría en promedio anualmente en la superficie del proyecto.

Con estos cálculos, se demuestra que en la superficie del proyecto llueven aproximadamente 19,768,024.25 mm de agua en promedio anual, superficie que al ser compactada perderá rugosidad y disminuirá su capacidad de retención, por lo que un porcentaje de los litros de agua estimada que escurren perderán oportunidad de infiltración al subsuelo.

Determinación del recurso agua en tres escenarios:

El cálculo de la Infiltración Total comprende tres escenarios del área propuesta para el Proyecto y son:

- **Escenario 1 sin Proyecto:** infiltración actual en el área del Proyecto (donde se llevará a cabo las etapas de desmonte y despalme; construcción; operación y mantenimiento del proyecto).
- **Escenario 2 con Proyecto:** infiltración en el Proyecto donde se llevará la etapa de desmonte y despalme.
- **Escenario 3 con Proyecto y medidas:** infiltración en el Proyecto con la presencia del mismo y con las medidas de mitigación del recurso agua.

Disponibilidad de hídrica (Infiltración)

Cerca del 70% del volumen de agua precipitada retorna a la atmósfera por evaporación y el resto escurre superficialmente por las redes de drenaje natural como arroyos y ríos hasta su desembocadura al mar o a cuerpos de interiores de agua, o se infiltra y circula a través de acuíferos, que a su vez descargan a cuerpos y cursos superficiales, a través de manantiales o subterráneamente al mar (CONAGUA, 2002).

Para el Proyecto se estimó la disponibilidad de agua que puede infiltrarse para recarga de acuíferos utilizando el Método de Número de Curva del Soil Conservation Service (SCS-CN), el cual es un modelo empírico a partir del cual se determina la escorrentía considerando todas las pérdidas netas menos a la evapotranspiración. De esta manera, la diferencia del cálculo de la escorrentía total y el volumen de precipitación total, nos da como resultado la infiltración, definida como la entrada de agua desde la superficie hasta el interior del suelo y se asume que es un flujo unidireccional vertical.

Precipitación anual

A partir de los registros anuales se generó la interpolación mediante el método Distancia Inversa Ponderada del software ArcGis. El resultado de esta interpolación corresponde a la distribución espacial y temporal de la precipitación en formato raster con información continua pixel a pixel.

La precipitación anual en la zona de influencia de las 2 estaciones climatológicas seleccionadas tiene un promedio de 744.25 mm registrados en las estaciones San Martín Obispo y Las Arboledas.

Obtención del Potencial Máximo de Retención de Humedad

Una vez que se obtuvo la precipitación anual, se procede al cálculo del potencial máximo de retención de humedad del suelo, para lo cual se evalúa previamente cada uno de los siguientes factores:

Clases de Suelo

Como parte de la evaluación del suelo con base en la textura y su capacidad de infiltración básica se encontró que la mayor parte de la superficie del Polígono de estudio del Proyecto se clasificó dentro del grupo B ya que, en general, la zona de estudio tiene una permeabilidad moderada, con relación al tipo de suelos y tipo de vegetación presente.

Vegetación y Uso de suelo

Con base al tipo de vegetación se clasificaron los usos de suelo, encontrándose en el polígono de estudio del Proyecto como Pastizal secundario.

Condición hidrológica

Conforme al tipo de vegetación clasificado de acuerdo al uso de suelo, se generó una nueva clasificación con la condición hidrológica, encontrándose en la zona de influencia del polígono de estudio las condiciones hidrológicas Media.

El 100% de la superficie del polígono de estudio corresponde a una condición hidrológica Media (B) donde el uso de suelo corresponde a Pastizal secundario.

Número de Curva

Una vez evaluados el tipo y uso de suelo, así como la condición hidrológica, se procedió a la asignación del Número de Curva y se asignó el valor 58.

A continuación, se presentan las tablas para la asignación del número de la curva según el tipo de suelo y el uso del suelo:

Tabla IV.15. Número de la Curva por Textura del Tipo de Suelo.

Tipo de suelo INEGI	Unidad calificadora	Grupo de suelo según el USDA por textura		
		Gruesa (1)	Mediana (2)	Fina (3)
Calcisol, CL Kastañozem, KS Leptosol, LP Luvisol, LV Regosol, RG Vertisol, VR Feozem H Solonchak Sk	Cálcico (cc), esquelético (sk), háplico (ha), húmico (hu), mázico (mz), sódico (so) gleyico (gl)	B	B	C
Calcisol, CL Cambisol, CM Chernozem, CH Kastañozem, KS Vertisol, VR	Calcárico (ca), Epipétrico (ptp), lúvico (lv), petrocálcico (pc), vértico (vr)	B	C	D

Tabla IV.16. Descripción de las características según el tipo de suelo.

Grupo de suelos	Descripción de las características del suelo	Rango de tasa de infiltración mm hr-1
A	Suelo con bajo potencial de escurrimiento. Incluye arenas profundas con muy poco limo y arcilla y suelo permeable con grava en el perfil.	09 a 12
B	Suelos con moderadamente bajo potencial de escurrimientos. Son suelo arenosos menos profundos y más agregados que en el grupo de suelo A. Este grupo tiene una infiltración mayor que el promedio cuando húmedo, Ejemplo: suelos migajones, arenosos ligeros y migajones limosos.	4 a 8
C	Suelos con moderadamente alto potencial de escurrimiento. Comprende suelos someros y suelos con considerable contenido de arcilla, pero menos que el grupo de suelo D. Este grupo tiene una infiltración menor que la promedio después de saturación. Ejemplo: suelos migajones arcillosos.	1 a 4
D	Suelos con alto potencial de escurrimiento. Ejemplo, suelos pesados, con alto contenido de arcillas expandibles y suelos someros con materiales fuertemente cementados.	Menor a 1

Tabla IV.17. Número de la Curva por uso de suelo y vegetación.

Clasificación INEGI	Uso de suelo	Tipo de vegetación	Condición hidrológica	Número de Curva, NC por grupo de suelo			
				A	B	C	D
Áreas Forestales	Bosques	Selva	Media	36	60	73	79
Matorrales y Desiertos	Arbusto o Matorral del Desierto	Matorral	Media	55	72	81	86
Pastizales	Pastos y Praderas	Pastizal cultivado	Protegidos del pastoreo	30	58	71	78
Cultivos	Tierras agrícolas	Agricultura de riego	Buena	64	74	81	84
		Agricultura de temporal	Buena	60	72	80	83
Vegetación Hidrófila y cuerpos de agua	Área impermeable o cuerpo de agua	Cuerpo de agua	NA	98			
Suelo Desnudo	Desmonte de vegetación	NINGUNA	NA	79	85	89	90

Escurrimiento medio superficial, Q

Independientemente de la clasificación de los diferentes factores ya mencionados y explicados anteriormente, la conjugación de todos más la incidencia de la precipitación, determinan la cantidad del escurrimiento medio superficial.

El resultado del cálculo del escurrimiento medio superficial indica que se cumplió la condición de $Q > 0$ sí $P > 0.2 S$, ya que se obtuvo una infiltración positiva en la zona de influencia del polígono de estudio. Al respecto, se tiene que anualmente el escurrimiento medio superficial conforme a la precipitación anual que incide en la zona de influencia de afectación del Proyecto es de 561.4852 mm.

Volumen de escurrimiento medio superficial (QA) por estrato-uso de suelo

Cuando ya se establece una relación entre el agua precipitada por unidad de superficie por cada uno de los estratos-uso de suelo, es posible obtener el volumen de agua escurrida.

Los cálculos correspondientes de los tres escenarios de infiltración calculados para el proyecto se pueden consultar en el **Anexo 4.4. Infiltración**, recordando que el **Escenario 1** es sin Proyecto, es decir, es el cálculo de la infiltración actual en el área del Proyecto (donde se llevará a cabo las etapas de desmonte y despalme; construcción; operación y mantenimiento del proyecto); el **Escenario 2** es con Proyecto, pero sin las medidas de mitigación, es decir, es el cálculo de la infiltración en el Proyecto una vez llevada a cabo la etapa de desmonte y despalme y dejando el suelo desnudo; y, por último, el **Escenario 3** con Proyecto y medidas de mitigación, en otras palabras, es la infiltración en el Proyecto con la presencia del mismo y con las medidas de mitigación del suelo.

A continuación, se presentan los resultados finales de los cálculos de infiltración en los tres diferentes escenarios propuestos para el proyecto.

Tabla IV.18. Resultados de infiltración en el área del proyecto.

Volúmenes	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3
Volumen de escurrimiento medio superficial por estrato, QA (mm de agua)	14,913,608.8592	18,407,762.0563	8,268,414.9694
Volumen de Agua disponible (Infiltración) (mm de agua)	4,854,415.3908	1,360,262.1937	11,499,609.2806

La infiltración inicial o en el estado actual de la superficie del proyecto es de 4, 854,415.3908 mm de agua al año, mientras que cuando la etapa de desmonte y despalme sea realizada y el suelo haya quedado desnudo, el volumen de agua infiltrada disminuye a 1, 360,262.1937 mm de agua al año, que disminuirá en aproximadamente la tercera parte del volumen actual. Una vez construido el proyecto y esté operando, el volumen de agua infiltrada disminuirá alrededor de 0.4 veces el volumen de agua infiltrada inicial, es decir, en la zona del Proyecto se infiltrarán 11, 499,609.2806 mm de agua al año, todo esto considerando que se reforestará una superficie de 11517.944 m² como medida para infiltrar un volumen mayor de agua al subsuelo.

CALIDAD DEL AGUA

Con la finalidad de conocer la calidad del agua superficial en la zona de Proyecto antes de su ejecución, el 03 de noviembre de 2020 se realizó un muestreo de agua del Vertedero Poniente que se encuentra próximo al área del Proyecto. Las coordenadas pueden consultarse en la siguiente tabla; mientras que, en la figura, se indica la ubicación geográfica de este punto de muestreo.

Tabla IV.19. Coordenadas UTM de los puntos de muestreo de la calidad del agua.

Punto de muestreo	X	Y
Vertedero poniente	479672.39	2171397.14



Figura IV.15. Localización espacial del sitio de muestreo.

La muestra se analizó de con base en la NOM-001-SEMARNAT-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. Los resultados se presentan a continuación.

Evaluación de la calidad del agua conforme la NOM-001-SEMARNAT-1996.

Con base a los resultados obtenidos, se observa que no se rebasa el límite máximo permisible establecido por la Norma en los parámetros de pH, temperatura, conductividad y materia flotante ni en el caso de parámetros medidos al momento de recolectar la muestra, ni tampoco en resultados de laboratorio correspondientes a coliformes fecales y grasas y aceites.

Tabla IV.20. Resultados de parámetros de campo.

Hora toma de muestra	pH	Temperatura muestra	Materia flotante
15:45	6.1	22	Ausente

Tabla IV.21. Resultados de coliformes fecales y grasas y aceites.

Parámetro	Resultados	Unidad
Coliformes fecales	2400	NMP/100 ml
Grasas y aceites	21.833	mg/l

A continuación, en la Tabla IV.17 se muestran los resultados de laboratorio realizados a las muestras compuestas, obteniendo el mismo resultado que en los casos anteriores. No está de más hacer hincapié en que los resultados de DQO, nitrógeno total Kieldahl, nitrógeno de nitratos y nitrógeno de nitritos, no se encuentran regulados por la NOM-001-SEMARNAT-1996.

Tabla IV.22. Resultados de parámetros de muestra compuesta.

Parámetro	Resultados ¹	Limite	Unidades
Arsénico total	<0.0020	0.2	mg/l
Cadmio total	<0.0250	0.2	mg/l
Cromo total	0.0685	1.0	mg/l
Cobre total	<0.0500	6.0	mg/l
Coliformes totales	>2400	2,000	NMP/100 ml
DBO	15.81	150	mg/l
DQO	407.750	---	mg/l
Grasas y aceites	21.833	25	mg/l
Mercurio total	0.0020	0.02	mg/l
Nitrógeno total Kieldahl	73.612	---	mg/l
Nitrógeno de nitratos	>0.100	---	mg/l
Nitrógeno de nitritos	<0.0200	---	mg/l
Plomo total	<0.2000	0.4	mg/l
Sólidos sedimentables	<0.1	2	mg/l
SST	15.81	125	mg/l
Zinc total	0.2205	20	mg/l

IV. 3.2. Medio biótico

IV.3.2.1. Flora

Fitogeográficamente el SA se encuentra dentro de la Provincia florística “Serranías Meridionales” (Rzedowski J. y T. Reyna-Trujillo, 1990), la cual presenta especies vegetales afines a los climas templados y fríos de Norteamérica.

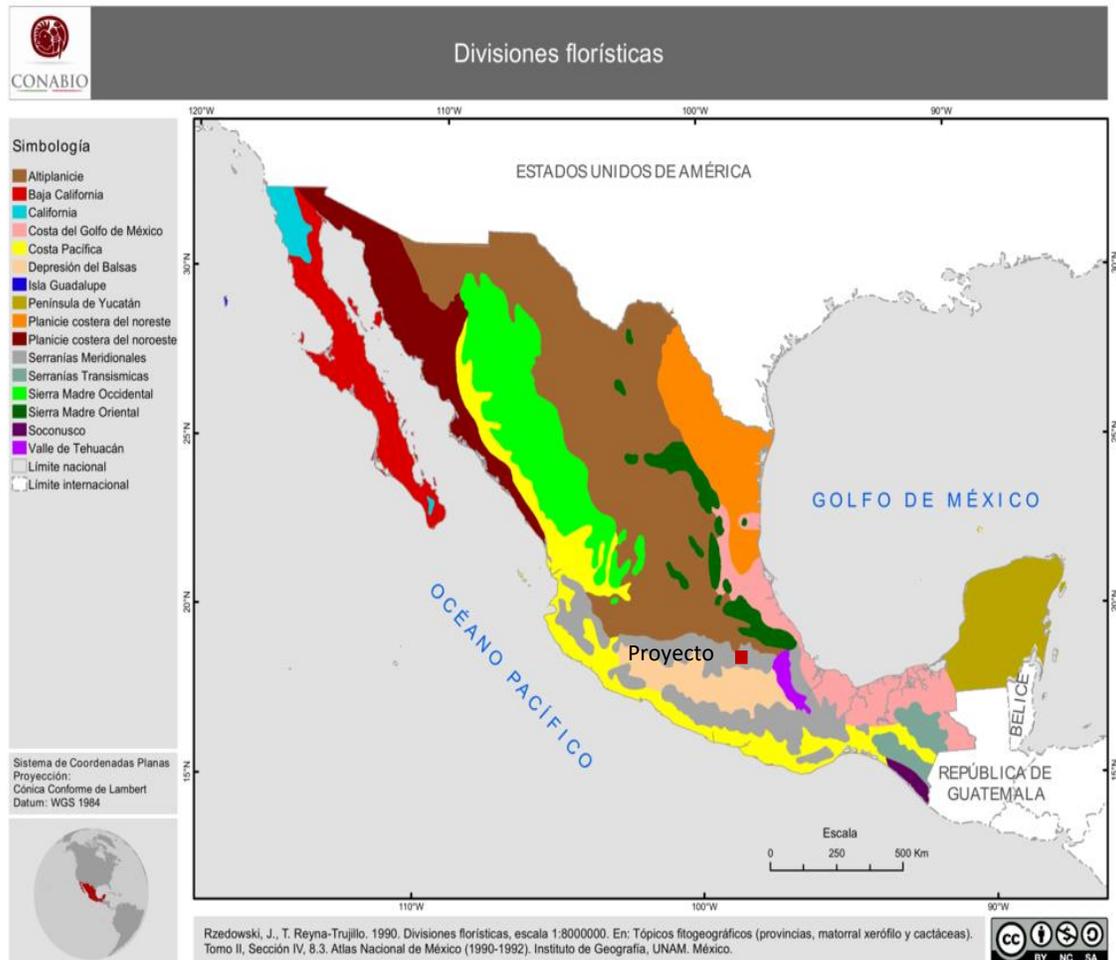


Figura IV.16. Mapa de regiones florísticas

Serranías Meridionales, comprende el Eje Volcánico Transversal, que corre desde Jalisco y Colima hasta Veracruz, la Sierra Madre del Sur y el complejo montañoso del norte de Oaxaca. El grueso de la masa arbórea forestal se desarrolla de los 1 500 a 3 000 msnm. De acuerdo con Rzedowski (1978) los géneros *Quercus* y *Pinus*, encuentran posibilidades de gran expresión y son predominantes en la vegetación arbórea. Cabe destacar que en proyecto se desarrolla dentro de la mancha urbana que crece día con día y que no afectará vegetaciones primarias.

La caracterización a nivel cartográfico de la vegetación se llevó a cabo con ayuda de la Carta de Uso de Suelo y Vegetación, escala 1:250 000 de la Serie VI (año 2017) publicada por el INEGI, Datum WGS84. La distribución de los tipos de vegetación a nivel cartográfico en el SA y área de Proyecto, se muestran en las siguientes figuras.

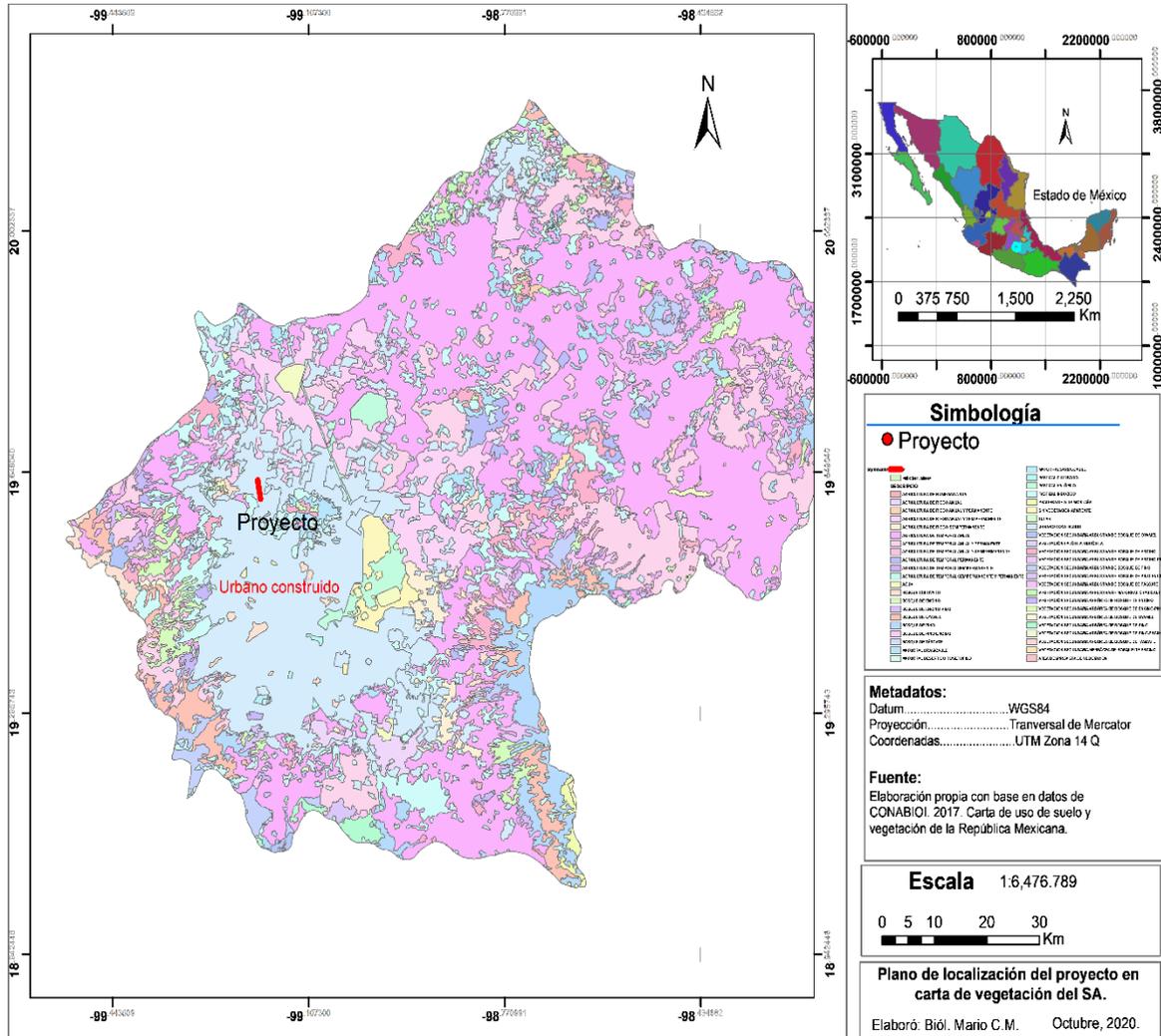


Figura IV.17. Plano uso de suelo y vegetación del Sistema Ambiental y localización del Proyecto.

Como se observa en la figura anterior la zona de la subcuenca presenta en un gran porcentaje de áreas agrícolas (color rosa) y zonas urbanas (color azul). En el SA hay once tipos de agricultura, entre las que destacan agricultura de riego y de temporal. También quedan remanentes de vegetaciones primarias entre las que destacan los bosques (7 tipos diferentes), los matorrales (3 tipos diferentes) y los pastizales (3 tipos diferentes), así como vegetaciones secundarias.

Componente vegetal

El SA presenta un total de 43 asociaciones vegetales, tanto naturales como inducidas, 14 de estas corresponden a vegetación primaria, 15 a vegetación secundaria y el resto a vegetación cultivada o inducida. A continuación, se presenta los tipos de vegetación primaria y secundaria dentro del SA.

Tabla IV.23. Tipos de vegetación presentes en el SA del Proyecto. .

Clave	Descripción	Clave	Descripción
BA	Bosque de Oyamel	VSA/BJ	Vegetación Secundaria Arbórea de Bosque de Táscate
BC	Bosque Cultivado	VSa/BP	Vegetación Secundaria arbustiva de Bosque de Pino
BJ	Bosque de Táscate	VSa/BPQ	Vegetación Secundaria arbustiva de Bosque de Pino – Encino
BP	Bosque de Pino	VSA/BP	Vegetación secundaria Arbórea de Bosque de Pino
BPQ	Bosque de Pino-Encino	VSA/BPQ	Vegetación Secundaria Arbórea de Bosque de Pino – Encino.
BQ	Bosque de Encino	VSa/BQ	Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino
BQP	Bosque de Encino-Pino	VSa/BQP	Vegetación Secundaria arbustiva de Encino –Pino.
MC	Matorral Crasicaule	VSa/BA	Vegetación Secundaria arbustiva de Boque de Oyamel
MS	Matorral Sarcocaula	VSA/BQ	Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino
MDR	Matorral Desértico Rosetófilo	VSA/BQP	Vegetación Secundaria Arbórea de Bosque Encino - Pino
PH	Pastizal Halófilo	VSa/MC	Vegetación Secundaria Arbustiva de Matorral Crasicaule
PI	Pastizal Inducido	VSh/BQ	Vegetación Secundaria Herbácea de Bosque de Encino
VSA/BA	Vegetación Secundaria arbórea de Boque de Oyamel	VT	Vegetación Tular
VSa/BA	Vegetación Secundaria arbustiva de Bosque de Oyamel	VW	Pradera de Alta Montaña
VSa/BJ	Vegetación Secundaria arbustiva de Bosque de Táscate		

En la siguiente figura se muestran los usos de suelo y tipos de vegetación que se encuentran cercanas al área del proyecto.

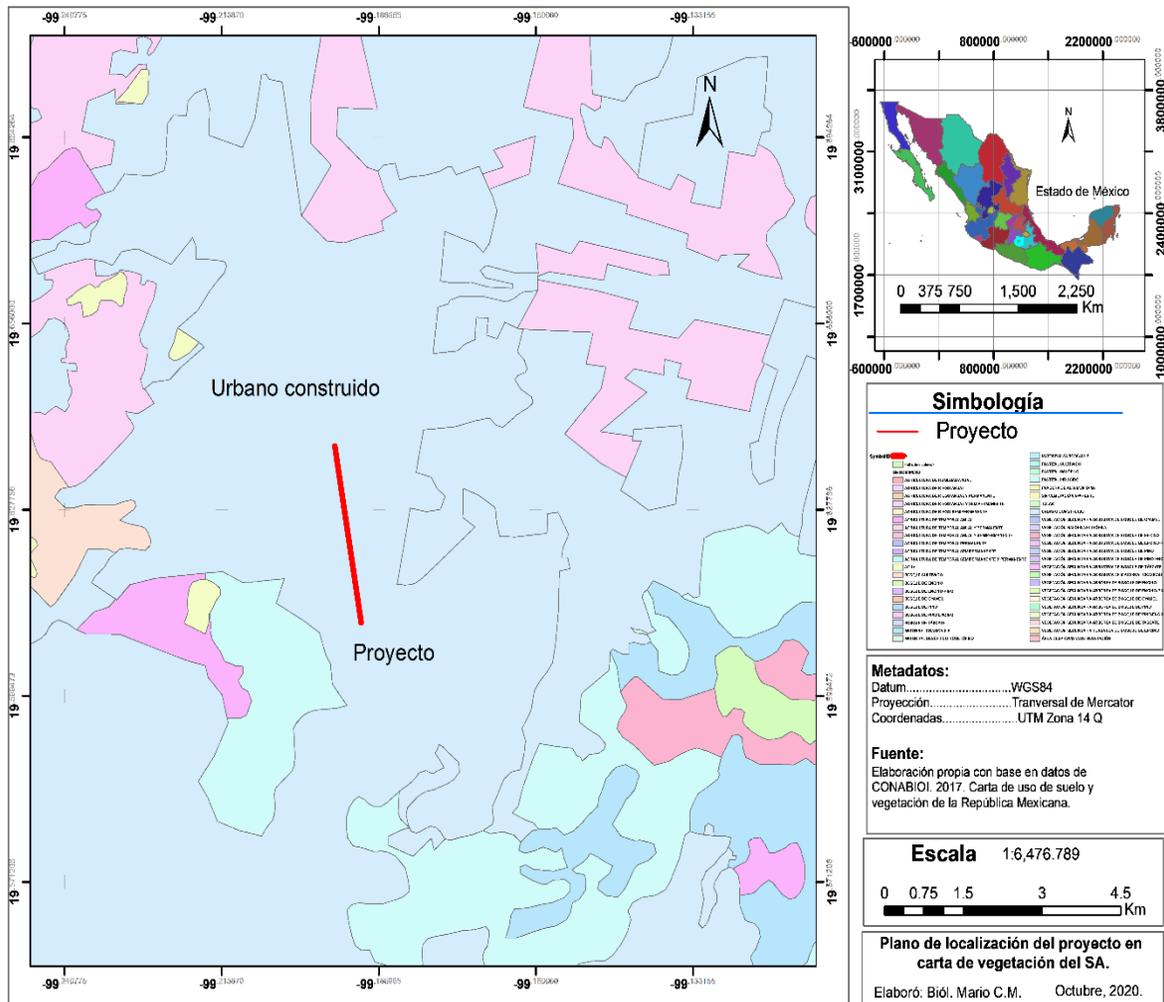


Figura IV.18. Plano de uso de suelo y vegetación con la localización del proyecto.

El Proyecto se encuentra en uso de suelo urbano construido, otros usos que se encuentran en la zona cercana al área del proyecto son: agricultura de riego semipermanente, agricultura de riego anual y semipermanente y agricultura de temporal anual. Respecto a vegetación primaria, se encuentra pastizal inducido, bosque cultivado y pastizal halófilo.

A continuación, se describen los tipos de vegetación que se encuentran cercanos al proyecto.

Agricultura anual temporal

La agricultura temporal es la que se produce gracias al ciclo de lluvia y depende netamente de ello, dado que la superficie de la tierra debe mantener el agua y la humedad para poder conservar el cultivo. Se puede encontrar en regiones en donde las precipitaciones anuales no sobrepasan los 500 mm. El caso de México, el 74 % de la producción agrícola depende de la agricultura temporal. En este caso, la principal producción agrícola y la más importante es el maíz, cultivado en casi el 60 % de las tierras mexicanas en época de lluvia, generada desde junio hasta octubre.

Se trata de un monocultivo; esto quiere decir que en la tierra solo es cultivada una sola especie, la tierra es arada como cualquier otro cultivo, lo que implica que no es necesario conocer procedimientos especiales o sofisticados. La precipitación pluvial es la única fuente encargada de mantenerla. La humedad y el agua retenida en la tierra permiten que los cultivos cumplan su ciclo sin necesidad de la intervención del hombre para su riego.

En las regiones en las cuales suele llover durante gran parte del año, se concentran grandes terrenos para los cultivos; sin embargo, en ocasiones las cosechas se han visto afectadas por los cambios climáticos. El exceso de humedad es un factor determinante para lograr una cosecha exitosa. Si el periodo de lluvia es más largo de lo esperado, posiblemente la tierra se vea afectada y se pierdan los cultivos.



Figura IV.19. Agricultura anual de temporal.

Pastizal Inducido

Es aquel que surge cuando es eliminada la vegetación original. Este pastizal puede aparecer como consecuencia de desmonte de cualquier tipo de vegetación; también puede establecerse en áreas agrícolas abandonadas o bien como producto de áreas que se incendian con frecuencia.

Son de muy diversos tipos y aunque cabe observar que no hay pastizales que pudieran considerarse como totalmente libres de alguna influencia humana, el grado de injerencia del hombre es muy variable y con frecuencia difícil de estimar.

Como ya se señaló con anterioridad, los pastizales inducidos algunas veces corresponden a una fase de la sucesión normal de comunidades vegetales, cuyo clímax es por lo común un bosque o un matorral. A consecuencia del pastoreo intenso o de los fuegos periódicos, o bien de ambos factores juntos, se detiene a menudo el proceso de la sucesión y el pastizal inducido permanece como tal mientras perdura la actividad humana que lo mantiene.

Otras veces el pastizal inducido no forma parte de ninguna serie normal de sucesión de comunidades, pero se establece y perdura por efecto de un intenso y prolongado disturbio, ejercido a través de tala, incendios, pastoreo y muchas con ayuda de algún factor del medio natural, como, por ejemplo, la tendencia a producirse cambios en el suelo que favorecen el mantenimiento del pastizal.



Figura IV.20. Pastizal inducido.

Bosque Cultivado

Es aquel que se establece mediante la plantación de diferentes arbolados realizados por el hombre, sobre todo en aquellas áreas que presentan una perturbación debido a las actividades humanas. Estas poblaciones se pueden considerar como bosques artificiales, ya que son consecuencia de una reforestación con árboles de distintos géneros, por lo general, con especies exóticas. Los fines de estas plantaciones son el recreativo, ornamental y forestal, además de conservar medio ambiente, así como evitar la erosión del suelo.



Figura IV.21. Bosque Cultivado. .

Metodología de muestreo para flora

Los muestreos de la vegetación en campo se realizaron en las áreas donde se llevará a cabo el proyecto.

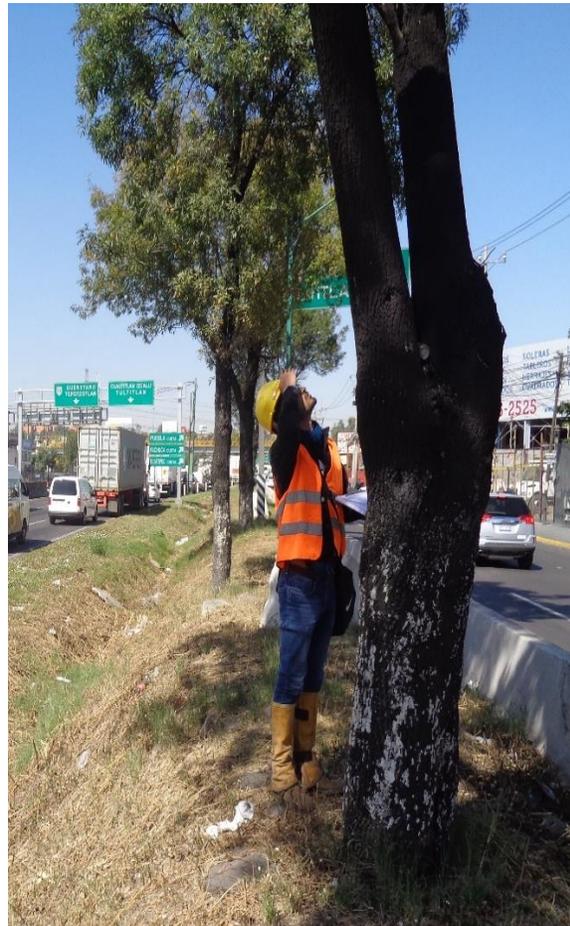
1. El levantamiento en campo se llevó a cabo en los camellones de la carretera México-Querétaro y las áreas con presencia de vegetación donde incidirá el proyecto.
2. El muestreo que se realizó fue en cuadrantes de 5 x 5 m (25 m²) para herbáceas abundantes y conteo total para los estratos arbustivos y arbóreos, así como para herbáceas escasas.
3. En el caso de los árboles se registraron los datos dasométricos y coordenada de cada árbol.
4. Se tomaron muestra de los ejemplares que no se identificaron en campo.
5. Se tomó evidencia fotográfica (cámara panorámica) en los sitios de muestreo y localización geográfica con GPS



Localización del punto de muestreo mediante GPS



Toma de muestra de ejemplar para su posterior identificación.



Toma de datos en campo

Figura IV.22. Evidencia fotográfica de metodología de campo.

Tipos de vegetación

De acuerdo a la Carta de Uso de Suelo y Vegetación Serie VI de INEGI, el área del proyecto tiene un uso de suelo urbano construido, sin embargo, en los dos camellones de la carretera México-Querétaro 57D crece vegetación secundaria herbácea y se localizan especies arbóreas plantadas con anterioridad. A continuación, se presenta la ubicación de los muestreos de vegetación dentro del Proyecto. Los muestreos realizados en los polígonos de lado derecho (con dirección hacia el Norte) se analizaron como **Cuerpo Derecho**, mientras que los polígonos del lado izquierdo (en la misma dirección), se analizaron en conjunto como **Cuerpo Izquierdo**.

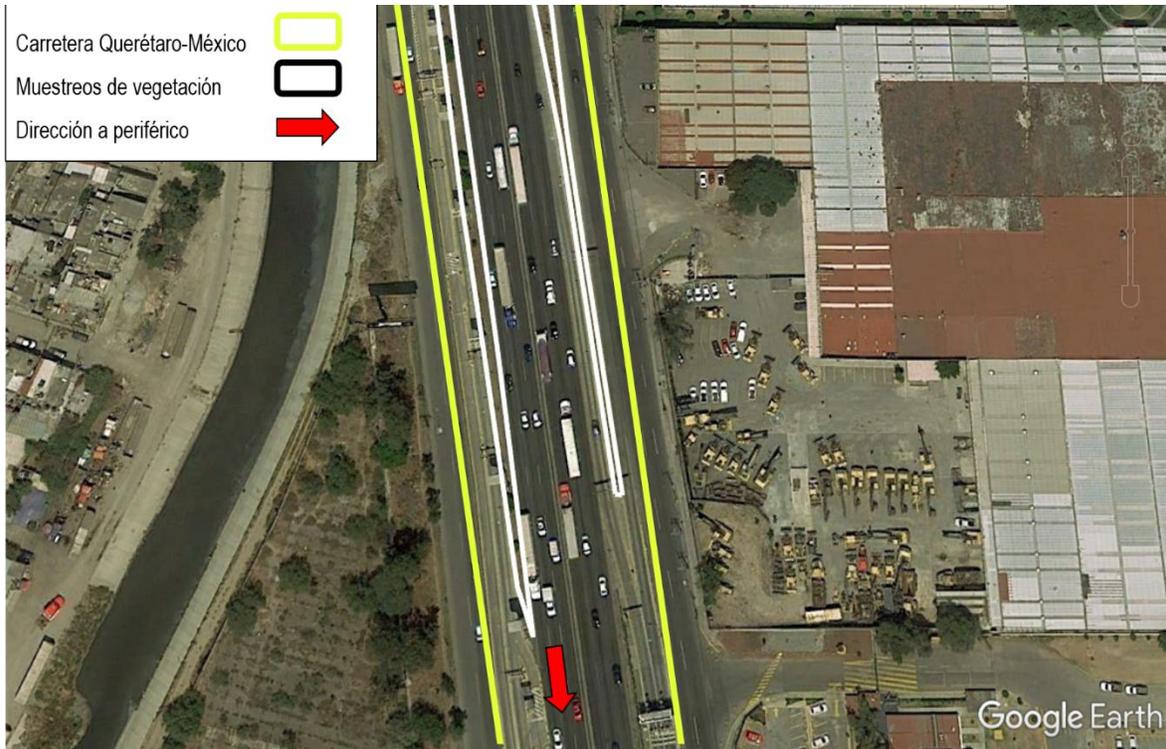


Figura IV.23. Localización de los muestreos de vegetación.

Tabla IV.24. Coordenadas de muestreos en el área en los Cuerpos Derecho e Izquierdo.

Zonas de muestreo	Tramo	Coordenada inicial		Coordenada final	
		X	Y	X	Y
Cuerpo derecho	CD1	479893.59	2169572.33	479759.40	2170404.67
	CD2	479765.00	2170424.49	479705.12	2170799.52
	CD3	479698.08	2170801.01	479615.23	2171362.09
Cuerpo izquierdo	CI1	479841.51	2196725.86	479869.52	2169544.58
	CI2	479756.63	2170271.43	479833.18	2169760.73
	CI3	479584.79	2171350.03	479748.30	2170282.77

Las coordenadas de cada árbol se presentan en el **Anexo 4.5**.

RESULTADOS

Listado de campo

Como resultado de los muestreos en campo se obtuvo un listado de 60 especies, clasificadas dentro de 27 familias taxonómicas. El listado se presenta ordenado por familia, nombre científico y nombre común. Solo la especie *Cupressus lusitanica* (Cedro blanco) se encuentra en la NOM-059-SEMARNAT-2010, cabe señalar que esta especie fue cultivada dentro de los camellones y no es parte de la sucesión florística actual.

Tabla IV.25. Familias y especies presentes en el área del Proyecto.

No.	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
1	Amaranthaceae	<i>Alternanthera caracasana</i>	verdolaga cimarrona	N/A *
2		<i>Amaranthus hybridus</i>	quintonil verde	N/A
3		<i>Chenopodium murale</i>	hediondilla	N/A
4		<i>Chenopodium album</i>	quelite	N/A
5		<i>Chenopodium giganteum</i>	quelite gigante	N/A
6	Anacardiaceae	<i>Schinus molle</i>	pirul	N/A
7	Asparagaceae	<i>Yucca gigantea</i>	islote	N/A
8	Asteraceae	<i>Baccharis salicifolia</i>	azumiate	N/A
9		<i>Bidens pilosa</i>	aceitilla	N/A
10		<i>Dyssodia papposa</i>	flamenquilla	N/A
11		<i>Helminthotheca echioides</i>	abrojo europeo	N/A
12		<i>Santolina chamaecyparissus</i>	manzanillera	N/A
13		<i>Simsia amplexicaulis</i>	acahual	N/A
14		<i>Sonchus oleraceus</i>	achicoria europea	N/A
15		<i>Taraxacum officinale</i>	diente de león	N/A
16		<i>Tithonia tubaeformis</i>	gigantón	N/A
17	<i>Viguiera dentata</i>	chamiso	N/A	
18	Brassicaceae	<i>Lepidium virginicum</i>	lentejilla de campo	N/A
19		<i>Sisymbrium irio</i>	mostacilla	N/A
20	Casuarinaceae	<i>Casuarina equisetifolia</i>	casuarina	N/A
21	Convolvulaceae	<i>Ipomoea purpurea</i>	campanitas	N/A
22	Cucurbitaceae	<i>Sicyos angulatus</i>	chayotillo	N/A
23	Cupressaceae	<i>Cupressus lusitanica</i>	cedro blanco	Protección especial (Pr)
24		<i>Cupressus macrocarpa var.</i>	ciprés	N/A
25	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia davidii</i>	lechero	N/A
26		<i>Euphorbia heterophylla</i>	lechero	N/A
27		<i>Euphorbia hirta</i>	golondrina	N/A

No.	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
28		<i>Euphorbia hypericifolia</i>	golondrina	N/A
29		<i>Ricinus communis</i>	higuerilla	N/A
30	Fabaceae	<i>Erythrina americana</i>	colorín	N/A
31		<i>Medicago sativa</i>	alfalfa	N/A
32	Lamiaceae	<i>Salvia tiliifolia</i>	salvia hoja de tilo	N/A
33	Malvaceae	<i>Anoda cristata</i>	alanche	N/A
34		<i>Malva parviflora</i>	malva de castilla	N/A
35		<i>Sphaeralcea angustifolia</i>	hierba del negro	N/A
36	Moraceae	<i>Ficus benjamina</i>	Laurel de la india	N/A
37	Myrtaceae	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	eucalipto	N/A
38	Oleaceae	<i>Fraxinus uhdei</i>	fresno	N/A
39	Onagraceae	<i>Oenothera suffrutescens</i>	onagra de olor	N/A
40	Oxalidaceae	<i>Oxalis corniculata</i>	acedera	N/A
41	Papaveraceae	<i>Argemone ochroleuca</i>	cardo santo	N/A
42	Phytolaccaceae	<i>Phytolacca icosandra</i>	mazorquilla	N/A
43	Pinaceae	<i>Pinus sp.</i>	pino	N/A
44	Plantaginaceae	<i>Plantago major</i>	cancerina	N/A
45	Poaceae	<i>Avena fatua</i>	avena cimarrona	N/A
46		<i>Cenchrus clandestinus</i>	pasto kikuyo	N/A
47		<i>Cenchrus longisetus</i>	pasto plumoso	N/A
48		<i>Chloris virgata</i>	barbas de indio	N/A
49		<i>Cynodon dactylon</i>	gallinitas	N/A
50		<i>Digitaria</i>		N/A
51		<i>Eragrostis lehmanniana</i>	amor seco africano	N/A
52		<i>Melinis repens</i>	pasto rosado	N/A
53		<i>Panicum virgatum</i>	zacate klein	N/A
54		<i>Poa annua</i>	zacate azul	N/A
55		<i>Setaria adhaerens</i>	cadillo	N/A
56	Polygonaceae	<i>Rumex crispus</i>	lengua de vaca	N/A
57	Salicaceae	<i>Populus alba</i>	álamo blanco	N/A
58	Scrophulariaceae	<i>Buddleja cordata</i>	tepozán blanco	N/A
59	Solanaceae	<i>Nicotiana glauca</i>	tabaquillo	N/A
60		<i>Solanum elaeagnifolium</i>	pera	N/A

*N/A = No aplica, la especie no se encuentra en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

En la siguiente figura se representa el número de especies de cada familia taxonómica presentes en la zona con vegetación del Proyecto. La familia que tuvo mayor número de especies es la Poaceae (la familia de los pastos) con 11, seguida de la familia Asteraceae (la familia de las compuestas) con 10, la familia Euphorbiaceae y Amaranthaceae con 5 cada una, seguidas de la familia Malvaceae con 3 y las familias Solanaceae, Fabaceae, Cupressaceae y Bassicaceae con 2 cada una. Las demás familias restantes tienen una especie presente cada una.

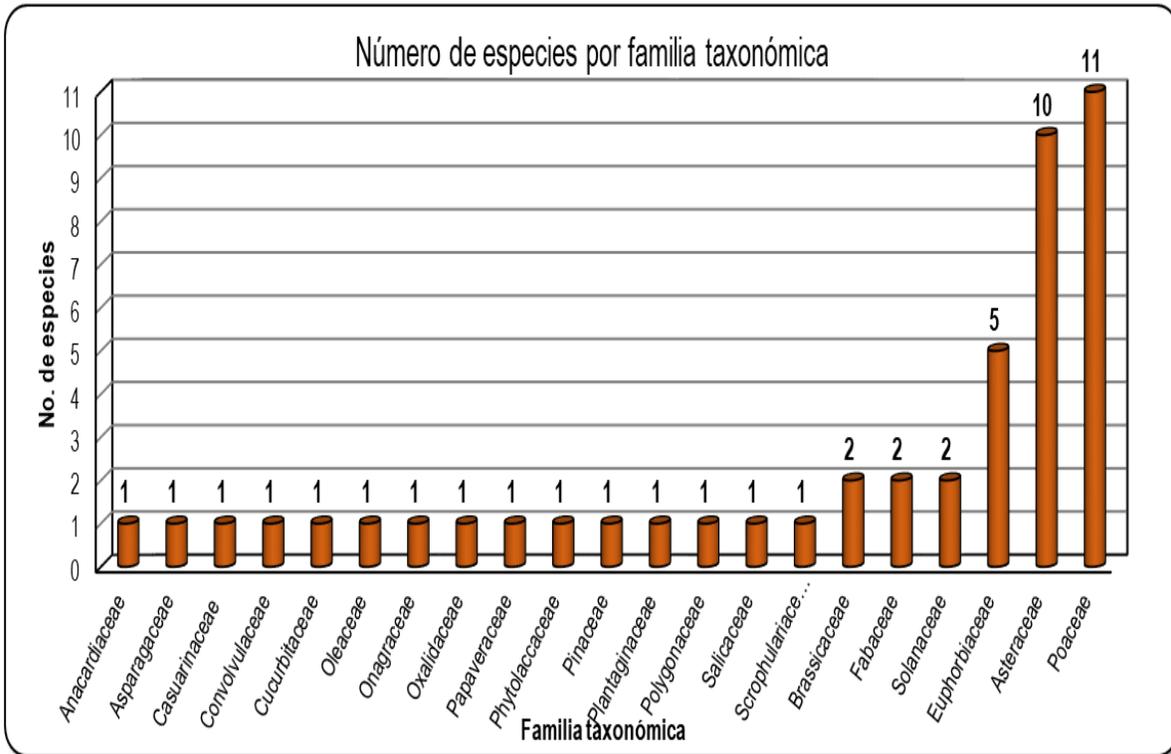


Figura IV.24. Número de especies por familia taxonómica.

Respecto a los hábitos de crecimiento de las especies, el 75 % de ellas fueron herbáceas, el resto corresponde al hábito arbóreo con 18.33 % y el arbustivo con el 6.67. En otras palabras, la mayoría de las especies de plantas presentes en el proyecto son herbáceas.

Tabla IV.26. Hábitos de las especies registradas en el área del proyecto.

Hábito	No. de especies	%
arbóreo	11	18.33
arbustivo	4	6.67
herbáceo	45	75
Total	60	100.00

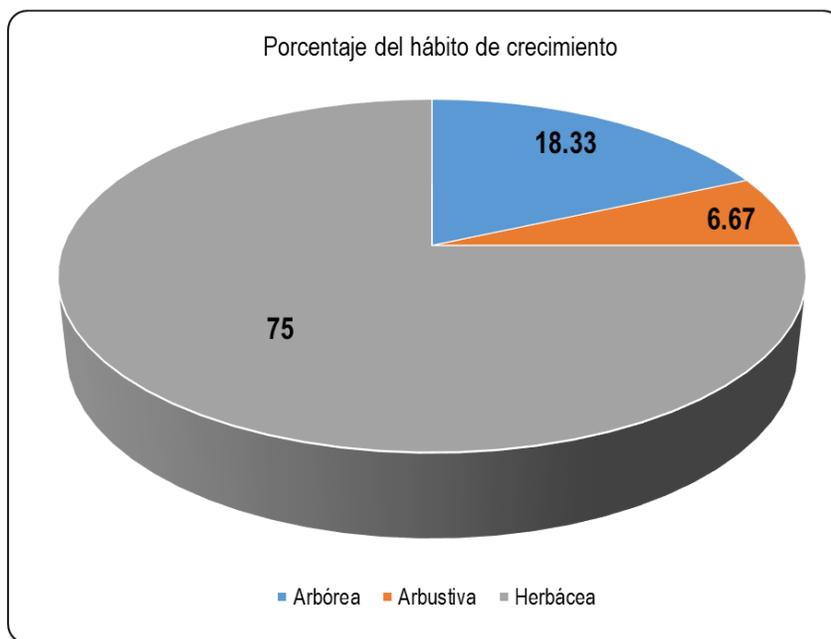


Figura IV.25. Hábitos de las especies registradas en el área del Proyecto.

Para el tratamiento de datos, se tomó la decisión de hacer por separado el análisis debido a que la composición florística de cada uno de los camellones es completamente diferente, tanto en abundancia como en diversidad. Por lo tanto, en el siguiente apartado se presentará la información independiente del, ahora en adelante: Cuerpo Izquierdo y Cuerpo Derecho.

Resultados Cuerpo Izquierdo (CI)

En la siguiente tabla se muestra el número de organismos por especie registrados dentro de los muestreos del Cuerpo Izquierdo (CI), así como la respectiva abundancia relativa.

Tabla IV.27. Número de organismos del área “Cuerpo Izquierdo”.

No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos	Abundancia absoluta	Abundancia relativa
1	<i>Amaranthus hybridus</i>	quintonil verde	10567	0.0316	3.1586
2	<i>Baccharis salicifolia</i>	azumiate	2	0.0000	0.0006
3	<i>Bidens pilosa</i>	aceitilla	6550	0.0196	1.9578
4	<i>Casuarina equisetifolia</i>	casuarina	7	0.0000	0.0021
5	<i>Cenchrus clandestinus</i>	pasto kikuyo	19908	0.0595	5.9506
6	<i>Chenopodium murale</i>	hediondilla	1053	0.0031	0.3146
7	<i>Chenopodium giganteum</i>	quelite gigante	18	0.0001	0.0054
8	<i>Cupressus lusitanica</i>	cedro blanco	1	0.0000	0.0003
9	<i>Cynodon dactylon</i>	gallinitas	270723	0.8092	80.9211
10	<i>Digitaria</i>	(en blanco)	81	0.0002	0.0242
11	<i>Dyssodia papposa</i>	flamenquilla	8	0.0000	0.0024
12	<i>Eragrostis lehmanniana</i>	amor seco africano	225	0.0007	0.0672

No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos	Abundancia absoluta	Abundancia relativa
13	<i>Erythrina americana</i>	colorín	2	0.0000	0.0006
14	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	eucalipto	8	0.0000	0.0024
15	<i>Euphorbia hypericifolia</i>	golondrina	2	0.0000	0.0006
16	<i>Ficus benamina</i>	figus	5	0.0000	0.0015
17	<i>Fraxinus uhdei</i>	fresno	146	0.0004	0.0436
18	<i>Ipomoea purpurea</i>	campanitas	180	0.0005	0.0537
19	<i>Melinis repens</i>	pasto rosado	48	0.0001	0.0143
20	<i>Nicotiana glauca</i>	tabaquillo	2	0.0000	0.0006
21	<i>Onagra suffrutescens</i>	onagra de olor	36	0.0001	0.0108
22	<i>Panicum virgatum</i>	zacate klein	16	0.0000	0.0048
23	<i>Ricinus communis</i>	higuerilla	16	0.0000	0.0048
24	<i>Rumex crispus</i>	lengua de vaca	3	0.0000	0.0009
25	<i>Schinus molle</i>	pirul	8	0.0000	0.0024
26	<i>Setaria adhaerens</i>	cadillo	6550	0.0196	1.9578
27	<i>Sicyos angulatus</i>	chayotillo	3	0.0000	0.0009
28	<i>Simsia amplexicaulis</i>	acahual	15677	0.0469	4.6860
29	<i>Solanum elaeagnifolium</i>	pera	34	0.0001	0.0102
30	<i>Sonchus oleraceus</i>	achicoria europea	6	0.0000	0.0018
31	<i>Tithonia tubaeformis</i>	gigantón	2662	0.0080	0.7958
32	<i>Yucca gigantea</i>	islote	6	0.0000	0.0018
Total general:			334552	1.00000	100.0000

Estrato arbóreo CI

A continuación, en la siguiente tabla se presenta el número de organismos y la abundancia relativa por especie del estrato arbóreo dentro del Cuerpo Izquierdo.

Tabla IV.28. Número de organismos del estrato arbóreo.

Estrato Arbóreo					
No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos	Abundancia absoluta	Abundancia relativa
1	<i>Casuarina equisetifolia</i>	casuarina	7	0.0395	3.9548
2	<i>Cupressus lusitanica</i>	cedro blanco	1	0.0056	0.5650
3	<i>Erythrina americana</i>	colorín	2	0.0113	1.1299
4	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	eucalipto	8	0.0452	4.5198
5	<i>Ficus benamina</i>	laurel de la india	5	0.0282	2.8249
6	<i>Fraxinus uhdei</i>	fresno	146	0.8249	82.4859
7	<i>Schinus molle</i>	pirul	8	0.0452	4.5198
Total general:			177	1.0000	100.0000

En la siguiente figura se representa la abundancia relativa de cada especie arbórea. Se aprecia que el 82.49 % de los organismos son de la especie *Fraxinus uhdei* (fresno), mientras que la especie protegida por la NOM-059 *Cupressus lusitanica* (cedro blanco) tiene la abundancia relativa más baja con 0.56 %.

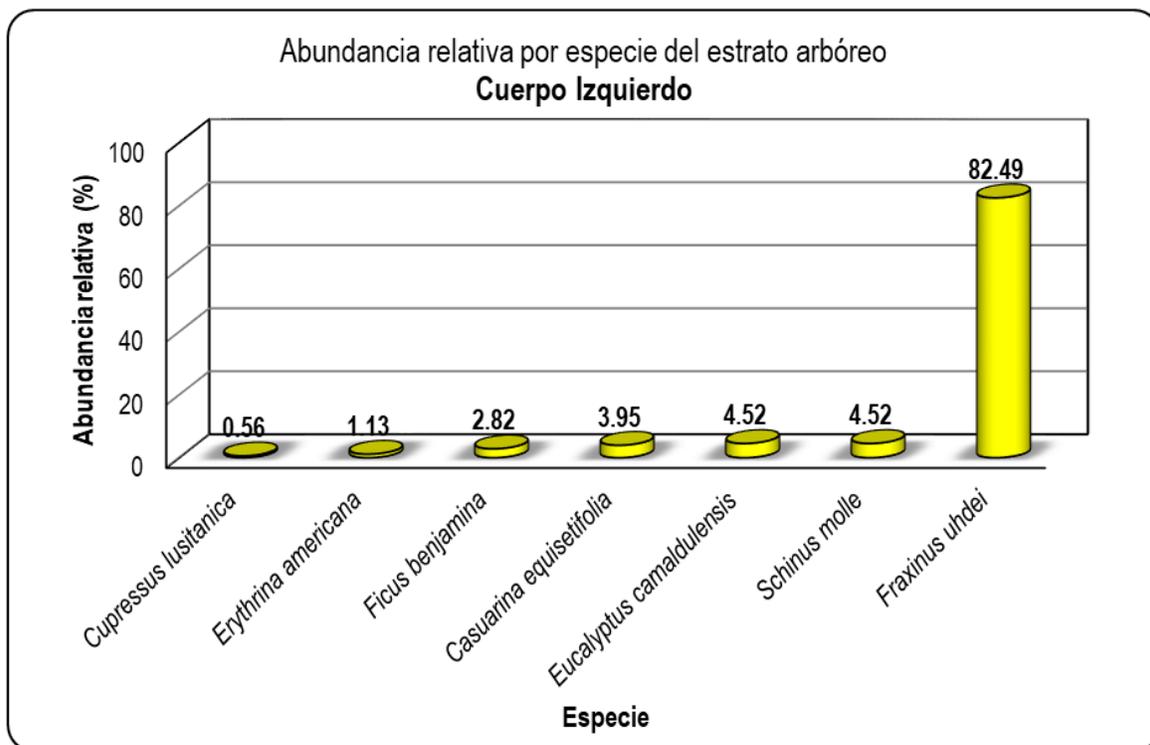


Figura IV.26. Abundancia relativa por especie del estrato arbóreo CI.

Estrato arbustivo CI

A continuación, en la siguiente tabla se presenta el número de organismos y la abundancia relativa por especie del estrato arbustivo dentro del Cuerpo Izquierdo.

Tabla IV.29. Número de organismos del estrato arbustivo.

Estrato Arbustivo					
No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos	Abundancia absoluta (%)	Abundancia relativa (%)
1	<i>Baccharis salicifolia</i>	azumiate	2	0.08	8.33
2	<i>Ricinus communis</i>	higuerilla	16	0.67	66.67
3	<i>Yucca gigantea</i>	islote	6	0.25	25.00
Total general:			24	1.00	100.00

En la siguiente figura se representa la abundancia relativa de cada especie arbustiva. Como se puede apreciar, el 66 % de los organismos son de la especie *Ricinus communis* (higuerilla), el 25 % son de la especie *Yucca gigantea* (islote) y el último 8.33 % de los organismos corresponden a la especie *Baccharis salicifolia* (azumiate).

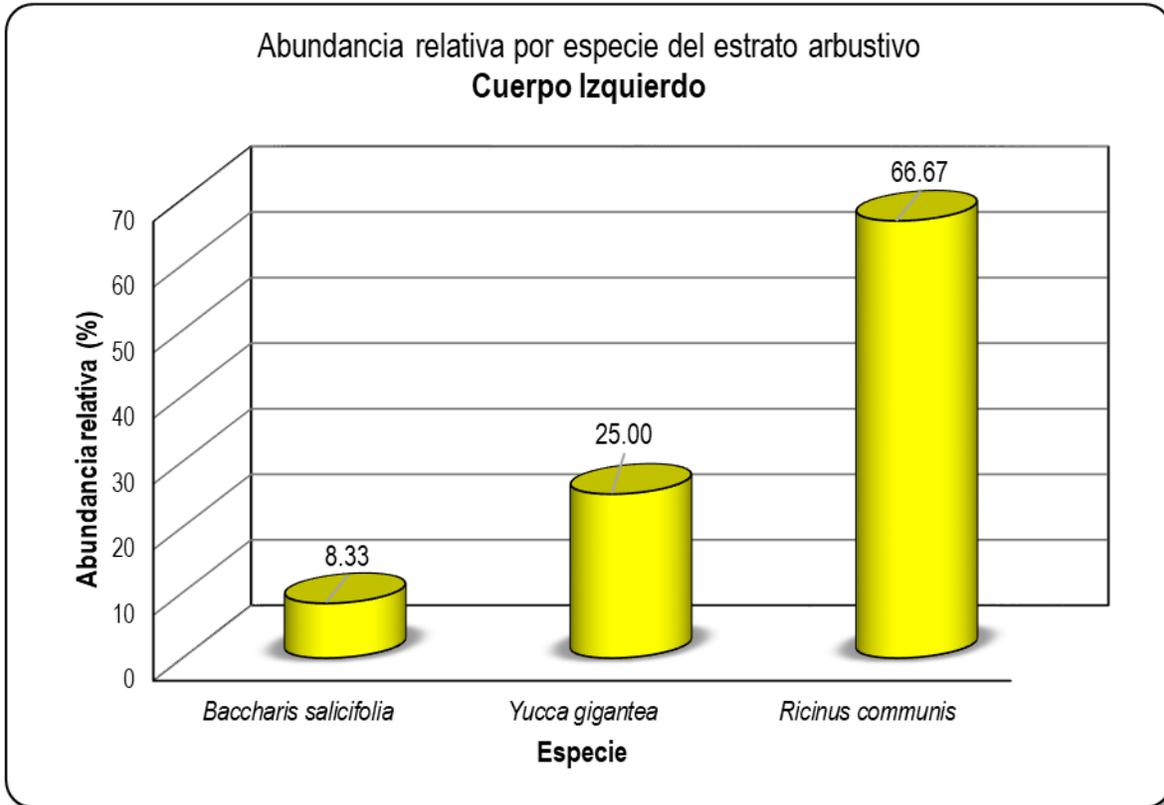


Figura IV.27. Abundancia relativa por especie del estrato arbustivo CI.

Estrato herbáceo CI

A continuación, en la siguiente tabla se presenta el número de organismos y la abundancia relativa por especie del estrato herbáceo dentro del Cuerpo Izquierdo.

Tabla IV.30. Número de organismos del estrato herbáceo.

Estrato Herbáceo					
No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos	Abundancia absoluta (%)	Abundancia relativa (%)
1	<i>Amaranthus hybridus</i>	quelite verde	10567	0.0316	3.1605
2	<i>Bidens pilosa</i>	aceitilla	6550	0.0196	1.9589
3	<i>Cenchrus clandestinus</i>	pasto kikuyo	19908	0.0595	5.9542
4	<i>Chenopodiastrum murale</i>	hediondilla	1053	0.0031	0.3148
5	<i>Chenopodium giganteum</i>	quelite gigante	18	0.0001	0.0054
6	<i>Cynodon dactylon</i>	gallinitas	270723	0.8097	80.9697
7	<i>Digitaria</i>		81	0.0002	0.0242
8	<i>Dyssodia papposa</i>	flamenquilla	8	0.0000	0.0024
9	<i>Eragrostis lehmanniana</i>	amor seco	225	0.0007	0.0672
10	<i>Euphorbia hypericifolia</i>	golondrina	2	0.0000	0.0006
11	<i>Ipomoea purpurea</i>	campanitas	180	0.0005	0.0537
12	<i>Melinis repens</i>	pasto rosado	48	0.0001	0.0144
13	<i>Nicotiana glauca</i>	tabaquillo	2	0.0000	0.0006
14	<i>Onagra suffrutescens</i>	onagra de olor	36	0.0001	0.0108
15	<i>Panicum virgatum</i>	zacatle klein	16	0.0000	0.0048
16	<i>Rumex crispus</i>	lengua de vaca euroasiática	3	0.0000	0.0009
17	<i>Setaria adhaerens</i>	cadillo	6550	0.0196	1.9589
18	<i>Sicyos angulatus</i>	chayotillo	3	0.0000	0.0009
19	<i>Simsia amplexicaulis</i>	acahual	15677	0.0469	4.6888
20	<i>Solanum elaeagnifolium</i>	pera	34	0.0001	0.0102
21	<i>Sonchus oleraceus</i>	achicoria europea	6	0.0000	0.0018
22	<i>Tithonia tubaeformis</i>	gigantón	2662	0.0080	0.7963
Total general:			334351	1.0000	100.0000

En la siguiente figura se presenta la abundancia relativa por especie del estrato herbáceo del Cuerpo Izquierdo. Como se puede apreciar, el 80.97 % de los organismos corresponde a la especie *Cynodon dactylon* (gallinitas) y el 5.95 % a *Cenchrus clandestinus* (pasto kikuyo); dos especies de pastos con una tasa de crecimiento exponencial debido a su tipo de reproducción asexual por estolones y su bajo requerimiento nutricional. En este mismo sentido, el 4.69 % de los organismos corresponden a la especie *Simsia amplexicaulis* (acahual), el 3.16 % a *Amaranthus hybridus* y las especies *Setaria adhaerens* y *Bidens pilosa* representan cada una el 1.96 % de los organismos totales. El resto de las especies tienen menos de 1 % de abundancia relativa.

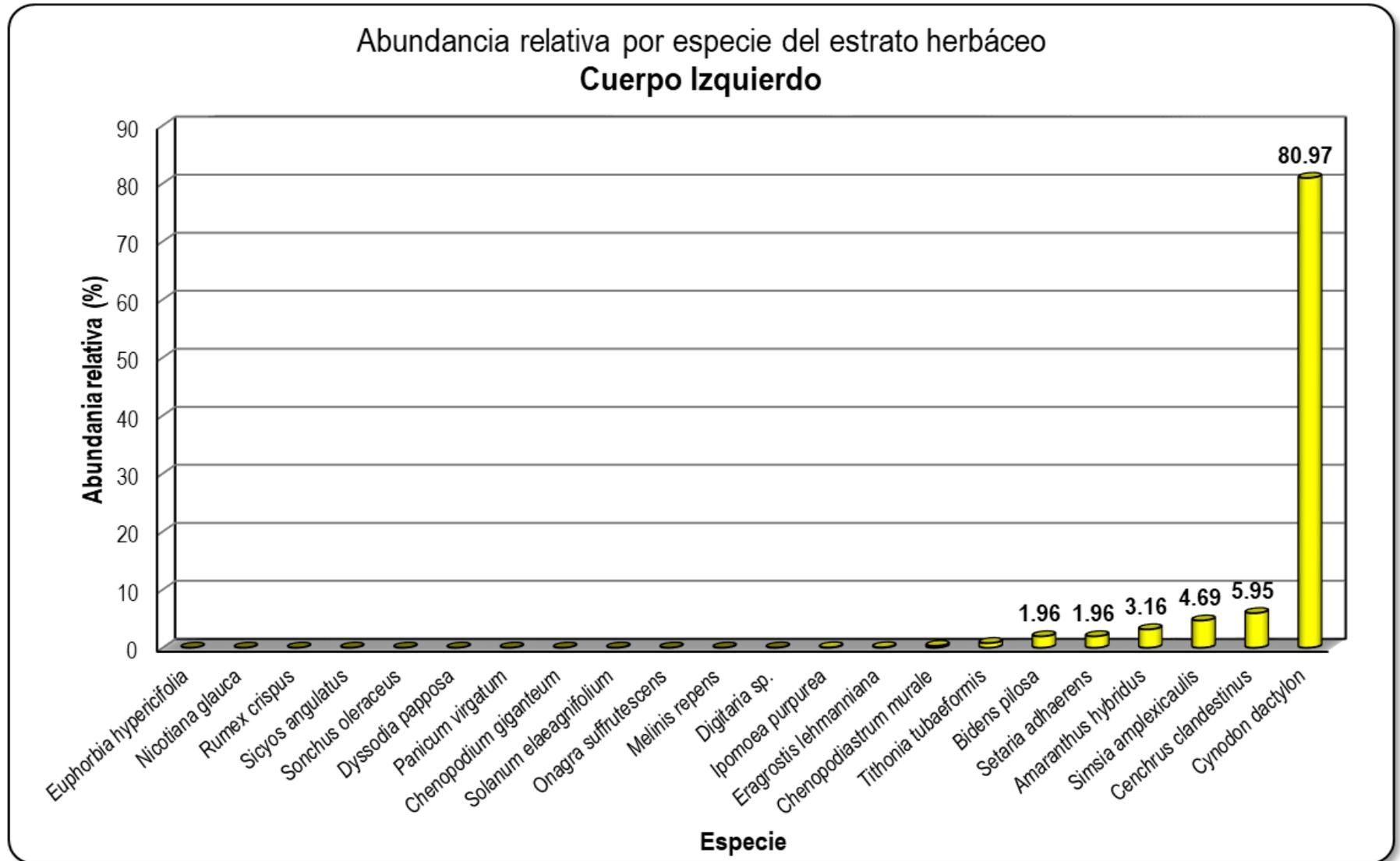


Figura IV.28. Abundancia relativa por especie del estrato herbáceo CI.

Resultados Cuerpo Derecho (CD)

En la siguiente tabla se muestra el número de organismos por especie registrados dentro de los muestreos del Cuerpo Derecho (CD), así como la respectiva abundancia relativa.

Tabla IV.31. Número de organismos del área “Cuerpo Derecho (CD)”.

No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos	Abundancia absoluta (%)	Abundancia relativa (%)
1	<i>Alternanthera caracasana</i>	verdolaga cimarrona	23	0.0000	0.0047
2	<i>Amaranthus hybridus</i>	quintonil verde	130	0.0003	0.0265
3	<i>Anoda cristata</i>	alanche	20	0.0000	0.0041
4	<i>Argemone ochroleuca</i>	cardo santo	26	0.0001	0.0053
5	<i>Avena fatua</i>	avena cimarrona	1	0.0000	0.0002
6	<i>Baccharis salicifolia</i>	azumiate	1	0.0000	0.0002
7	<i>Bidens pilosa</i>	aceitilla	14879	0.0303	3.0274
8	<i>Buddleja cordata</i>	tepozán	4	0.0000	0.0008
9	<i>Casuarina equisetifolia</i>	casuarina	9	0.0000	0.0018
10	<i>Cenchrus clandestinus</i>	pasto kikuyo	4265	0.0087	0.8679
11	<i>Cenchrus longisetus</i>	pasto plumoso	182	0.0004	0.0371
12	<i>Chenopodium murale</i>	hediondilla	31	0.0001	0.0063
13	<i>Chenopodium album</i>	quelite cenizo	25	0.0001	0.0051
14	<i>Chloris virgata</i>	barbas de indio	12104	0.0246	2.4629
15	<i>Cupressus macrocarpa var.</i>	ciprés	2	0.0000	0.0004
16	<i>Cynodon dactylon</i>	gallinitas	435353	0.8858	88.5807
17	<i>Digitaria sp.</i>		13545	0.0276	2.7561
18	<i>Eragrostis lehmanniana</i>	amor seco africano	19	0.0000	0.0039
19	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	eucalipto	17	0.0000	0.0035
20	<i>Euphorbia davidii</i>	lechero	22	0.0000	0.0045
21	<i>Euphorbia heterophylla</i>	lechero	2	0.0000	0.0004
22	<i>Euphorbia hirta</i>	golondrina	7	0.0000	0.0014
23	<i>Euphorbia hypericifolia</i>	golondrina	19	0.0000	0.0039
24	<i>Fraxinus uhdei</i>	fresno	83	0.0002	0.0169
25	<i>Helminthotheca echioides</i>	abrojo europeo	39	0.0001	0.0079
26	<i>Ipomoea purpurea</i>	campanitas	13	0.0000	0.0026
27	<i>Lepidium virginicum</i>	lenteja de campo	18	0.0000	0.0037
28	<i>Malva parviflora</i>	malva de castilla	12	0.0000	0.0024
29	<i>Medicago sativa</i>	alfalfa	3	0.0000	0.0006
30	<i>Melinis repens</i>	pasto rosado	13	0.0000	0.0026
31	<i>Nicotiana glauca</i>	tabaquillo	14	0.0000	0.0028
32	<i>Oxalis corniculata</i>	acedera	3	0.0000	0.0006

No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos	Abundancia absoluta (%)	Abundancia relativa (%)
33	<i>Phytolacca icosandra</i>	mazorquilla	5	0.0000	0.0010
34	<i>Pinus sp.</i>	pino	1	0.0000	0.0002
35	<i>Plantago major</i>	cancerina	1	0.0000	0.0002
36	<i>Poa annua</i>	zacate azul	39	0.0001	0.0079
37	<i>Populus alba</i>	álamo blanco	11	0.0000	0.0022
38	<i>Rumex crispus</i>	lengua de vaca eurasiática	44	0.0001	0.0090
39	<i>Salvia tiliifolia</i>	salvia hoja de tilo	8	0.0000	0.0016
40	<i>Santolina chamaecyparissus</i>	manzanillera	3	0.0000	0.0006
41	<i>Schinus molle</i>	pirul	8	0.0000	0.0016
42	<i>Setaria adhaerens</i>	cadillo	475	0.0010	0.0966
43	<i>Simsia amplexicaulis</i>	acahual	9943	0.0202	2.0231
44	<i>Sisymbrium irio</i>	mostacilla	6	0.0000	0.0012
45	<i>Sonchus oleraceus</i>	achicoria europea	9	0.0000	0.0018
46	<i>Sphaeralcea angustifolia</i>	hierba del negro	15	0.0000	0.0031
47	<i>Taraxacum officinale</i>	diente de león	7	0.0000	0.0014
48	<i>Tithonia tubaeformis</i>	gigantón	12	0.0000	0.0024
49	<i>Viguiera dentata</i>	chamiso	4	0.0000	0.0008
Total general:			491477	1.0000	100.0000

Estrato arbóreo CD

A continuación, en la siguiente tabla se presenta el número de organismos y la abundancia relativa por especie del estrato arbóreo dentro del Cuerpo Derecho.

Tabla IV.32. Número de organismos del estrato arbóreo.

Estrato Arbóreo					
No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos	Abundancia absoluta (%)	Abundancia relativa (%)
1	<i>Buddleja cordata</i>	tepozán	4	0.0296	2.9630
2	<i>Casuarina equisetifolia</i>	casuarina	9	0.0667	6.6667
3	<i>Cupressus macrocarpa var.</i>	ciprés	2	0.0148	1.4815
4	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	eucalipto	17	0.1259	12.5926
5	<i>Fraxinus uhdei</i>	fresno	83	0.6148	61.4815
6	<i>Pinus sp.</i>	pino	1	0.0074	0.7407
7	<i>Populus alba</i>	álamo blanco	11	0.0815	8.1481
8	<i>Schinus molle</i>	pirul	8	0.0593	5.9259
Total general:			135	1.0000	100.0000

En la siguiente figura se representa la abundancia relativa de cada especie arbórea. Se aprecia que el 61.48 % de los organismos son de la especie *Fraxinus uhdei* (fresno), mientras que la especie *Pinus* sp. (Pino) es la menos abundante con el 0.74 % del total de los organismos. Cabe resaltar que no está presente la especie protegida por la NOM-059 *Cupressus lusitanica* (cedro blanco) dentro del Cuerpo Derecho.

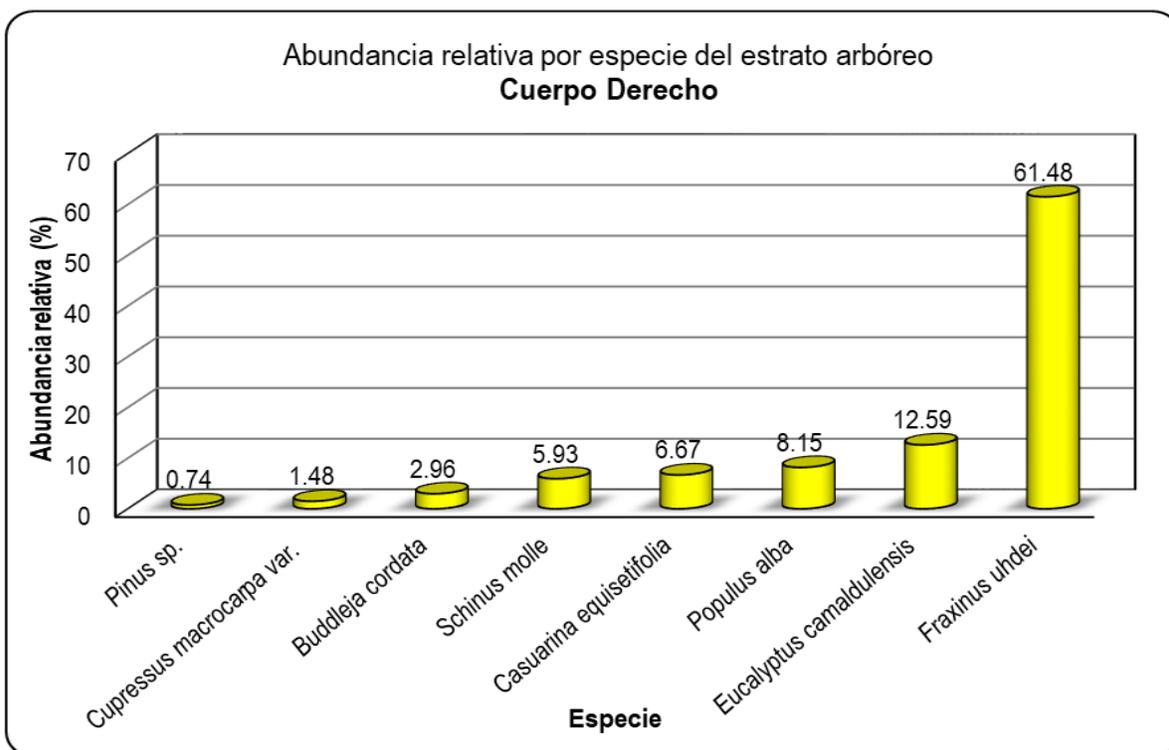


Figura IV.29. Abundancia relativa por especie del estrato arbóreo CD.

Estrato arbustivo CD

A continuación, en la siguiente tabla se presenta el número de organismos y la abundancia relativa por especie del estrato arbustivo dentro del Cuerpo Derecho.

Tabla IV.33. Número de organismos del estrato arbustivo.

Estrato Arbustivo					
No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos	Abundancia absoluta (%)	Abundancia relativa (%)
1	<i>Baccharis salicifolia</i>	azumiate	1	0.07	6.67
2	<i>Nicotiana glauca</i>	tabaquillo	14	0.93	93.33
	Total general		15	1	100

En la siguiente figura se representa la abundancia relativa de cada especie arbustiva. Como se puede apreciar, solo dos especies arbustivas crecen dentro del Cuerpo Derecho; por una parte, el 93.33 % de los organismos son de la especie *Nicotiana glauca* (tabaquillo) y el 6.67 % restante son de la especie *Baccharis salicifolia* (azumiate).

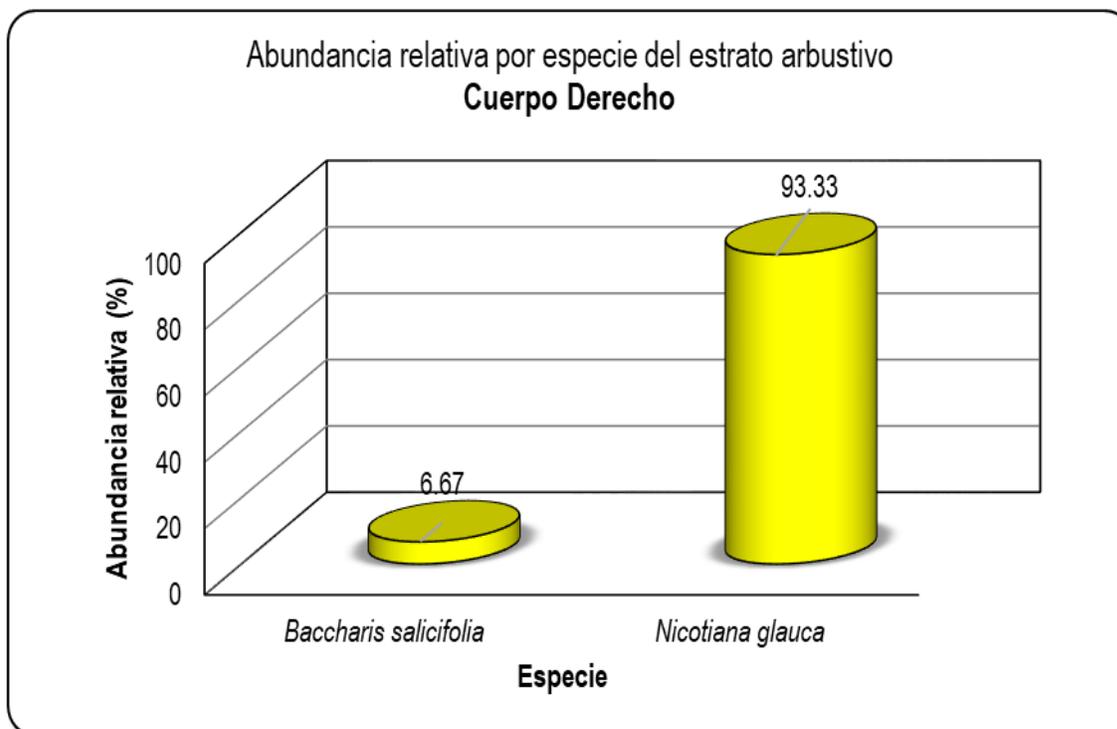


Figura IV.30. Abundancia relativa por especie del estrato arbustivo CD.

Estrato herbáceo CD

A continuación, en la siguiente tabla se presenta el número de organismos y la abundancia relativa por especie del estrato herbáceo dentro del Cuerpo Izquierdo.

Tabla IV.34. Número de organismos del estrato herbáceo.

Estrato Herbáceo					
No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos	Abundancia absoluta (%)	Abundancia relativa (%)
1	<i>Alternanthera caracasana</i>	Verdolaga cimarrona	23	0.0000	0.0047
2	<i>Amaranthus hybridus</i>	Quintonil verde	130	0.0003	0.0265
3	<i>Anoda cristata</i>	Alanche	20	0.0000	0.0041
4	<i>Argemone ochroleuca</i>	Cardo santo	26	0.0001	0.0053
5	<i>Avena fatua</i>	Avena cimarrona	1	0.0000	0.0002
6	<i>Bidens pilosa</i>	Aceitilla	14879	0.0303	3.0283
7	<i>Cenchrus clandestinus</i>	Pasto kikuyo	4265	0.0087	0.8681
8	<i>Cenchrus longisetus</i>	Pasto plumoso	182	0.0004	0.0371
9	<i>Chenopodium murale</i>	Hediondilla	31	0.0001	0.0063

Estrato Herbáceo					
No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos	Abundancia absoluta (%)	Abundancia relativa (%)
10	<i>Chenopodium album</i>	Quelite cenizo	25	0.0001	0.0051
11	<i>Chloris virgata</i>	Barbas de indio	12104	0.0246	2.4636
12	<i>Cynodon dactylon</i>	Gallinitas	435353	0.8861	88.6063
13	<i>Digitaria</i>		13545	0.0276	2.7569
14	<i>Eragrostis lehmanniana</i>	Amorseco africano	19	0.0000	0.0039
15	<i>Euphorbia davidii</i>	Eucalipto	22	0.0000	0.0045
16	<i>Euphorbia heterophylla</i>	Lechero	2	0.0000	0.0004
17	<i>Euphorbia hirta</i>	Lechero	7	0.0000	0.0014
18	<i>Euphorbia hypericifolia</i>	Golondrina	19	0.0000	0.0039
19	<i>Helminthotheca echioides</i>	Abrojo europeo	39	0.0001	0.0079
20	<i>Ipomoea purpurea</i>	Campanitas	13	0.0000	0.0026
21	<i>Lepidium virginicum</i>	Lenteja de campo	18	0.0000	0.0037
22	<i>Malva parviflora</i>	Malva de castilla	12	0.0000	0.0024
23	<i>Medicago sativa</i>	Alfalfa	3	0.0000	0.0006
24	<i>Melinis repens</i>	Pasto rosado	13	0.0000	0.0026
25	<i>Oxalis corniculata</i>	Acedera	3	0.0000	0.0006
26	<i>Phytolacca icosandra</i>	Mazorquilla	5	0.0000	0.0010
27	<i>Plantago major</i>	Cancerina	1	0.0000	0.0002
28	<i>Poa annua</i>	Zacate azul	39	0.0001	0.0079
29	<i>Rumex crispus</i>	Lengua de vaca eurasiática	44	0.0001	0.0090
30	<i>Salvia tiliifolia</i>	Salvia hoja de tilo	8	0.0000	0.0016
31	<i>Santolina chamaecyparissus</i>	Manzanillera	3	0.0000	0.0006
32	<i>Setaria adhaerens</i>	Cadillo	475	0.0010	0.0967
33	<i>Simsia amplexicaulis</i>	Achual	9943	0.0202	2.0237
34	<i>Sisymbrium irio</i>	Mostacilla	6	0.0000	0.0012
35	<i>Sonchus oleraceus</i>	Achicoria europea	9	0.0000	0.0018
36	<i>Sphaeralcea angustifolia</i>	Hierba del negro	15	0.0000	0.0031
37	<i>Taraxacum officinale</i>	Diente de león	7	0.0000	0.0014
38	<i>Tithonia tubaeformis</i>	Gigantón	12	0.0000	0.0024
39	<i>Viguiera dentata</i>	Chamiso	4	0.0000	0.0008
	Total general		491335	1.0000	100.0000

En la siguiente figura se presenta la abundancia relativa por especie del estrato herbáceo del Cuerpo Derecho. Como se puede apreciar, el 86.61 % de los organismos corresponde a la especie *Cynodon dactylon* (gallinitas), el 3.09 % a *Bidens pilosa* (aceitilla), 2.76 % a *Digitaria sp.*, el 2.46 % a la especie *Chloris virgata* (barbas de indio) y el 2.02 % de los organismos totales corresponden a la especie *Simsia amplexicaulis* (achual), especies que crecen en terrenos baldíos, orillas de caminos y zonas con perturbación por actividades humanas. El resto de las especies tienen menos de 1 % de abundancia relativa.

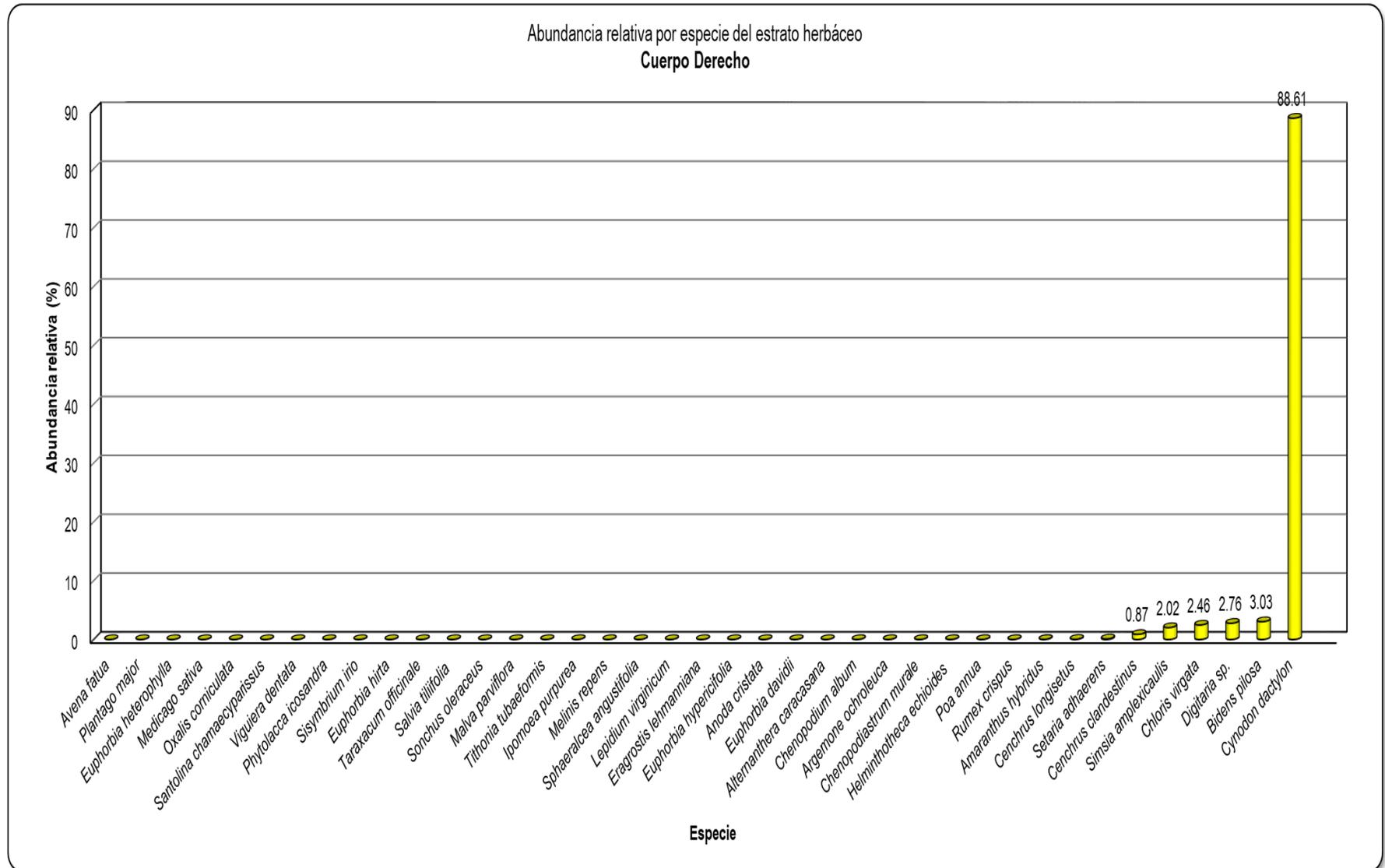


Figura IV.31. Abundancia relativa por especie del estrato herbáceo CD.

ÍNDICES DE DIVERSIDAD

El concepto de diversidad biológica, según el Convenio Internacional sobre la Diversidad Biológica, se define como la amplia variedad de seres vivos sobre la Tierra y los patrones naturales que la conforman, así como la variedad de ecosistemas y las diferencias genéticas dentro de cada especie que permiten la combinación de múltiples formas de vida, y cuyas mutuas interacciones con el resto del entorno fundamentan el sustento de la vida sobre el planeta.

Para medir la biodiversidad existen varios índices que se utilizan para poder comparar la biodiversidad entre diferentes ecosistemas o zonas. Es importante tener en cuenta que la utilización de estos índices aporta una visión parcial, pues no dan información acerca de la distribución espacial de las especies, aunque sí intentan incluir la riqueza y la equitabilidad.

Si bien, como ocurre con numerosos métodos, el cálculo de índices de diversidad es relativamente sencillo, aún desde un conocimiento rudimentario, es fundamental al utilizarlos considerar atentamente sus limitaciones para poder interpretar adecuadamente su significado en cada caso particular.

Las comunidades biológicas poseen una propiedad emergente, la diversidad específica, que se relaciona con la variedad dentro de esas comunidades, este atributo es la expresión de dos componentes. El primero de ellos es el número de especies presentes en la comunidad, denominado riqueza de especies.

La riqueza de especies es un concepto simple de interpretar que se relaciona con el número de especies presentes en la comunidad. Entonces, puede parecer que un índice apropiado para caracterizar la riqueza de especies de una comunidad sea el 'número total de especies' (S). Sin embargo, es prácticamente imposible enumerar todas las especies de la comunidad, y al depender S del tamaño de la muestra, es limitado como índice comparativo. Los índices propuestos para medir la riqueza de especies, de manera independiente al tamaño de la muestra, se basan en la relación entre S y el 'número total de individuos observados' o (n), que se incrementa con el tamaño de la muestra.

El segundo componente es la equitabilidad, que se refiere a cómo la abundancia se distribuye entre las especies de la comunidad. Por ejemplo, en una comunidad con 10 especies, si el 90% de los individuos pertenecen a una sola especie y el restante 10% se distribuye entre las otras 9, la equitabilidad se considera baja. En cambio, si cada una de las 10 especies cuenta con el 10% del total de los individuos, la equitabilidad se considera máxima.

Para estimar la diversidad debe considerarse que:

1. Se tiene buen conocimiento de la composición taxonómica. Es raro que se estime la diversidad de toda la comunidad, por lo general, se mide la diversidad en un fragmento de la misma que se denomina taxocenosis (e.g., diversidad de aves, de árboles, del fitoplancton, etc.).
2. Los individuos asignados a una clase (especie) son considerados idénticos. Es decir, no se reconoce la variabilidad que puede existir entre, por ejemplo, los sexos de una misma especie o, entre etapas del desarrollo (larva – pupa – adulto).

Para interpretar la diversidad debe tenerse en cuenta que se está trabajando con una variable nominal. Las categorías son las especies y por lo tanto el único valor de tendencia central que puede obtenerse es la moda (categoría con mayor frecuencia, en este caso la especie más abundante), siendo imposible calcular un promedio o una mediana. Sí puede medirse la dispersión, la distribución de las observaciones entre categorías que se relacionan con el concepto de diversidad. Numerosos índices han sido propuestos para caracterizar la riqueza de especies y la Equitatividad, denominados índices de riqueza e índices de Equitatividad, respectivamente. Los índices que combinan tanto la riqueza de especies como la Equitatividad en un solo valor se denominan índices de biodiversidad.

Se requiere de indicadores que nos determinen en que proporcionalidad se encuentran distribuidos en el territorio. Al respecto y para el presente estudio, se decidió utilizar, indicar y evaluar tres métodos: Shannon- Wiener (H), Simpson (S) y Margalef (D-1).

Índice de Shannon Wiener

Para medir la riqueza de especies dentro predio y en la zona de cuenca se utilizó el **índice de diversidad de Shannon - Wiener**, el cual tiene el atributo de considerar las abundancias relativas para estimar la diversidad mediante la siguiente fórmula:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i = \frac{\sum_{i=1}^S n_i \ln n_i}{N}$$

Dónde:

H' = índice de diversidad de Shannon-Wiener

p_i = Abundancia relativa de la especie i

S = Riqueza de especies (número de especies)

Ln = Logaritmo natural,

N = Número total de individuos de todas las especies, y

n = Número de individuos por cada especie.

Para estimar la Equitatividad (J) de acuerdo a Magurran (2004) se utilizó la siguiente fórmula:

$$J' = \frac{H'}{H'_{max}}$$

Dónde:

J' = índice de Equitatividad

H' = índice de diversidad de Shannon - Wiener

H'max = Ln (S)

El valor de H se ha calculado en muchos estudios ecológicos, los cuales muestran que H' generalmente varía entre 1.5 y 3.5 y que raramente pasa de 4.5 (Magurran, 1988). Este índice se representa normalmente como H' y se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 0.5 y 5, aunque su valor normal está entre 2 y 3; valores inferiores a 2 se consideran bajos y superiores a 3 de altos.

Índice de Simpson

El índice de Simpson es de uso común para medir el grado de dominancia de unas cuantas especies en la comunidad, y su inverso representa por lo tanto la equidad (Moreno, 2001, cita a: Magurran, 1988). Los índices basados en la dominancia son parámetros inversos al concepto de uniformidad o equidad de la comunidad. Toman en cuenta la representatividad de las especies con mayor valor de importancia sin evaluar la contribución del resto de las especies.

$$\lambda = 1 - \sum_{i=1}^S p_i^2$$

Dónde:

p_i = abundancia proporcional de la especie i , es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra. Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes (Magurran, 1988; Peet, 1974). Como su valor es inverso a la equidad, la diversidad puede calcularse como $1 - \lambda$ (Lande, 1996).

Índice de Margalef.

Es un indicador para medir riqueza específica, dentro de la diversidad alfa de un espacio determinado. La riqueza específica (S) es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas. La forma ideal de medir la riqueza específica es contar con un inventario completo que nos permita conocer el número total de especies (S) obtenido por un censo de la comunidad. Esto es posible únicamente para ciertos taxa bien conocidos y de manera puntual en tiempo y en espacio. La mayoría de las veces tenemos que recurrir a índices de riqueza específica obtenidos a partir de un muestreo de la comunidad por su bajo costo y efectividad temporal (Moreno, 2001).

$$D_{Mg} = \frac{S-1}{\ln N}$$

Dónde:

S = número de especies

N = número total de individuos

Transforma el número de especies por muestra a una proporción a la cual las especies son añadidas por expansión de la muestra. Supone que hay una relación funcional entre el número de especies y el número total de individuos $S=k \cdot N$ donde k es constante (Moreno, 2001 cita a: Magurran, 1998). Si esto no se mantiene, entonces el índice varía con el tamaño de muestra de forma desconocida. Usando $S-1$, en lugar de S , da $DMg = 0$ cuando hay una sola especie.

RESULTADOS DE LOS ÍNDICES DE DIVERSIDAD

Los índices de diversidad de Shannon-Wiewner y Margalef, se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 1 y 5, aunque su valor normal está entre 2.0 y 3.0; valores inferiores a 2.0 se consideran bajos y superiores a 3.0 son altos. Para el índice de diversidad de Simpson los valores menores a 0.1 son de una diversidad baja, de 0.3 a 0.5 media y valores cercanos a 1 indican una alta diversidad.

Índices de diversidad del Cuerpo Izquierdo

A continuación, se presentan los resultados de los índices de diversidad de Margalef, Simpson y Shannon Wiener por estrato del Cuerpo Izquierdo.

Tabla IV.35. Resultados de los índices de diversidad del Cuerpo Izquierdo.

Arbóreo		Herbáceo	
Riqueza específica S =	7	Riqueza específica S =	22
Índice de Margalef Dmg =	1.1592	Índice de Margalef Dmg =	1.6510
Índice de Shannon H=	0.7472	Índice de Shannon H=	0.8182
H Máx = Ln S =	1.9459	H Máx = Ln S =	3.0910
Equitatividad = H/H Máx =	0.3840	Equitatividad = H/H Máx =	0.2647
Índice de Simpson D=	0.6852	Índice de Simpson D=	0.6632
Arbustivo			
Riqueza específica S =	3		
Índice de Margalef Dmg =	0.6293		
Índice de Shannon H=	0.8240		
H Máx = Ln S =	1.0986		
Equitatividad = H/H Máx =	0.7500		
Índice de Simpson D=	0.4928		

En el estrato arbóreo se encontró una riqueza específica de 7, en el arbustivo 3 y en el herbáceo 22, lo que significa que en el estrato herbáceo hay una mayor cantidad de especies en comparación con los demás estratos. Por otra parte, en el cálculo de la Equitatividad, se encontró que el estrato arbustivo tiene una mayor Equitatividad con 0.75, seguido del estrato arbóreo con 0.38 y por último el estrato herbáceo con 0.26; el valor de Equitatividad del estrato herbáceo es muy baja debido a que la especie *Cynodon dactylon* (gallinitas) tiene la mayor cantidad de organismos del estrato.

De acuerdo a información obtenida a partir de los índices calculados, el índice de Shannon-Wiewner y Margalef indican una diversidad baja en todos los estratos, con un valor menor a 1 y 2, correspondientemente. Además, el índice de Simpson indica una diversidad media para los mismos estratos, con un valor mayor de 0.5 pero menor de 0.75.

A continuación, se representa en una gráfica los valores de los índices de diversidad de los estratos del Cuerpo Izquierdo.

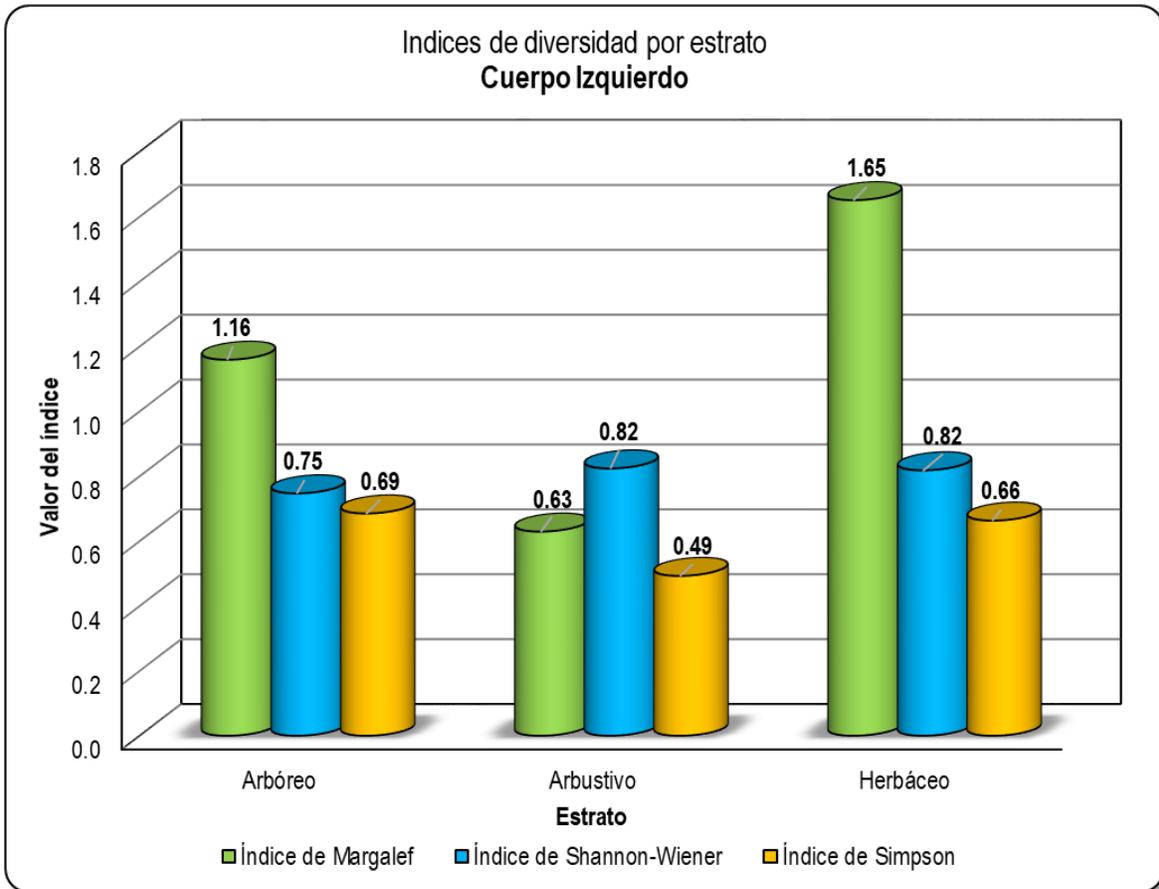


Figura IV.32. Abundancia relativa por especie del estrato herbáceo CI.

En la siguiente tabla se presenta el resumen de los índices de diversidad del Cuerpo Izquierdo.

Tabla IV.36. Resultados de los índices de diversidad del Cuerpo Izquierdo.

Índices de diversidad	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo
Índice de Margalef	1.16	0.63	1.65
Índice de Shannon-Wiener	0.75	0.82	0.82
Índice de Simpson	0.69	0.49	0.66

Comentario:

La diversidad de los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo es baja de acuerdo con los índices de Margalef y Shannon-Wiener; como es de esperarse, debido a las condiciones del sitio, son pocas las especies de plantas que crecen. Además, el mantenimiento que se realiza en los camellones merma el crecimiento de especies arbóreas y arbustivas que no fueron plantadas previamente.

Índices de diversidad del Cuerpo Derecho

A continuación, se presentan los resultados de los índices de diversidad de Margalef, Simpson y Shannon Wiener por estrato del Cuerpo Derecho.

Tabla IV.37. Resultados de los índices de diversidad del Cuerpo Derecho.

Arbóreo		Herbáceo	
Riqueza específica S =	8	Riqueza específica S =	39
Índice de Margalef Dmg =	1.4270	Índice de Margalef Dmg =	2.8997
Índice de Shannon H=	1.3153	Índice de Shannon H=	0.5445
H Máx = Ln S =	2.0794	H Máx = Ln S =	3.6636
Equitatividad = H/H Máx =	0.6325	Equitatividad = H/H Máx =	0.1486
Índice de Simpson D=	0.4052	Índice de Simpson D=	0.7879
Arbustivo			
Riqueza específica S =	2		
Índice de Margalef Dmg =	0.3693		
Índice de Shannon H=	0.2449		
H Máx = Ln S =	0.6931		
Equitatividad = H/H Máx =	0.3534		
Índice de Simpson D=	0.8667		

En el estrato arbóreo se encontró una riqueza específica de 8, en el arbustivo 2 y en el herbáceo 39, lo que significa que en el estrato herbáceo hay una mayor cantidad de especies en comparación con los demás estratos; además hay una mayor cantidad de especies arbóreas y herbáceas en el cuerpo derecho que en el cuerpo izquierdo, mientras que en el estrato arbustivo hay una mayor cantidad de especies en el cuerpo izquierdo que en el cuerpo derecho.

Por otra parte, en el cálculo de la Equitatividad, se encontró que el estrato arbóreo tiene una mayor Equitatividad con 0.63, seguido del estrato arbustivo con 0.35 y por último el estrato herbáceo con 0.14; el valor de Equitatividad del estrato herbáceo es muy baja debido a que la especie *Cynodon dactylon* (gallinitas) tiene la mayor cantidad de organismos del estrato al igual que el Cuerpo Izquierdo.

De acuerdo a información obtenida a partir de los índices calculados, el índice de Shannon-Wiener indica una diversidad baja en todos los estratos, con un valor menor a 1 en los estratos arbustivo y herbáceo y baja en el estrato arbóreo con 1.31. En cuanto al índice de Margalef, los estratos arbóreo y arbustivo tienen una diversidad baja al estar por debajo de 2, mientras que el estrato herbáceo tiene una diversidad media/normal con un valor de 2.89. Además, el índice de Simpson indica una diversidad baja para el estrato arbóreo y alta para los estratos arbustivo y herbáceo con valores mayores de 0.75.

A continuación, se representa en una gráfica los valores de los índices de diversidad de los estratos del Cuerpo Derecho.

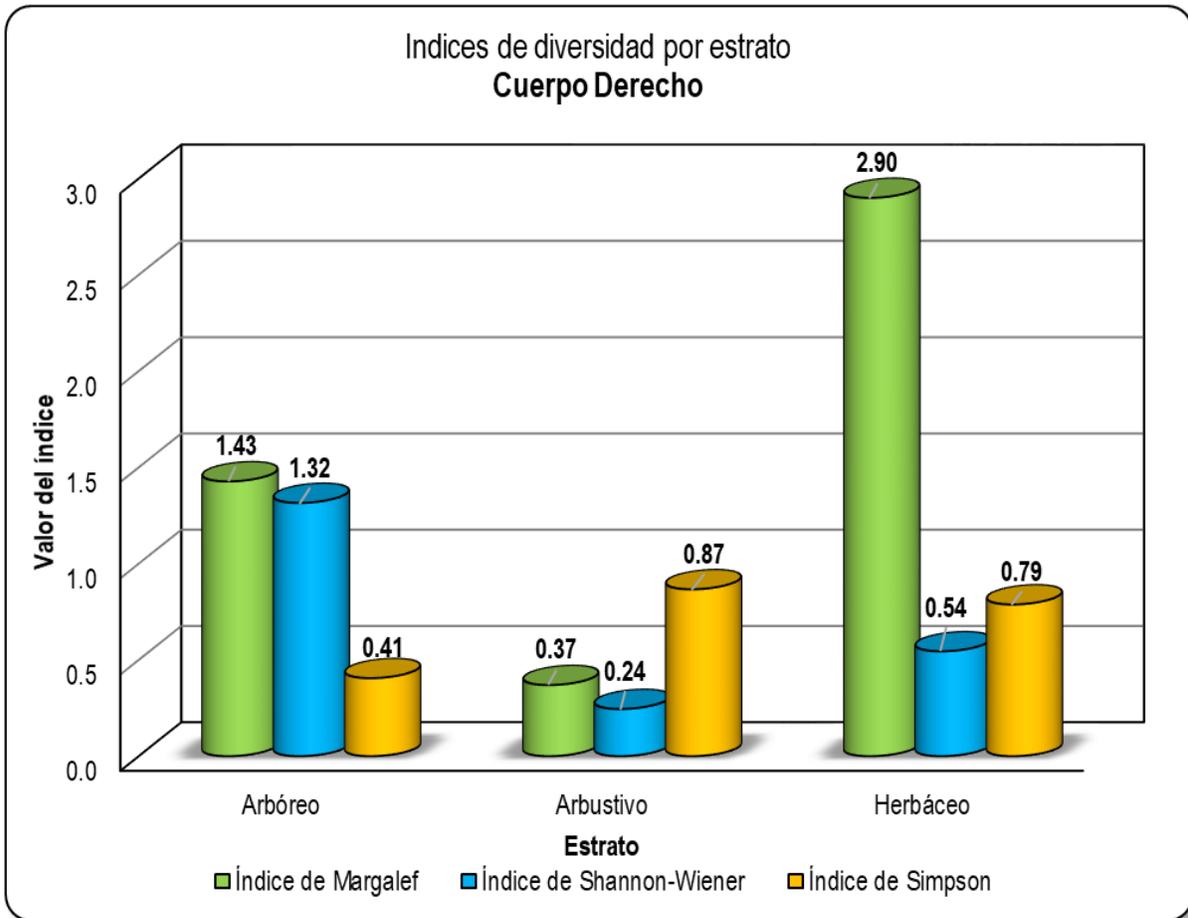


Figura IV.33. Abundancia relativa por especie del estrato herbáceo CD.

En la siguiente tabla se presenta el resumen de los índices de diversidad del Cuerpo Derecho.

Tabla IV.38. Resultados de los índices de diversidad del Cuerpo Derecho.

Índices de diversidad	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo
Índice de Margalef	1.43	0.37	2.90
Índice de Shannon-Wiener	1.32	0.24	0.54
Índice de Simpson	0.41	0.87	0.79

Comentario:

El índice de Shannon-Wiener indica una diversidad baja en todos los estratos. En cuanto al índice de Margalef, los estratos arbóreo y arbustivo tienen una diversidad baja, mientras que el estrato herbáceo tiene una diversidad media/normal. Además, el índice de Simpson indica una diversidad baja para el estrato arbóreo y alta para los estratos arbustivo y herbáceo. La diversidad media a alta del estrato herbáceo del Cuerpo derecho es explicada a que no se han realizado trabajos de mantenimiento y/o poda en este camellón, por lo que el crecimiento de distintas especies herbáceas es inminente.

MADERA EN ROLLO

El término madera en rollo es usado habitualmente en la industria de la madera. El término “madera en rollo” hace referencia a los troncos de los árboles apeados, sin copa y desramados, que se cortan en unidades denominadas trozas. En el **Anexo 4.5** se pueden consultar las hojas de cálculo para cada organismo de cada Cuerpo.

Cuerpo Izquierdo

A continuación, se presenta el resumen de la madera en rollo por especie del Cuerpo Izquierdo. Debido a la abundancia de la especie *Fraxinus uhdei* (fresno), fue la que mayor cantidad de madera en rollo presenta, seguida de la especie *Schinus molle* (pirul) y *Eucalyptus camaldulensis* (eucalipto).

Tabla IV.39. Madera en rollo del Cuerpo Izquierdo.

No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos	Volumen total de madera en rollo (m ³)
1	<i>Casuarina equisetifolia</i>	Casuarina	7	1.7308
2	<i>Cupressus lusitanica</i>	Cedro Blanco	1	0.0790
3	<i>Erythrina americana</i>	Colorín	2	0.5062
4	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	Eucalipto	8	5.4462
5	<i>Ficus benjamina</i>	Ficus	5	0.2522
6	<i>Fraxinus uhdei</i>	Fresno	146	39.6467
7	<i>Schinus molle</i>	Pirul	8	6.2008
Total			177	53.8619

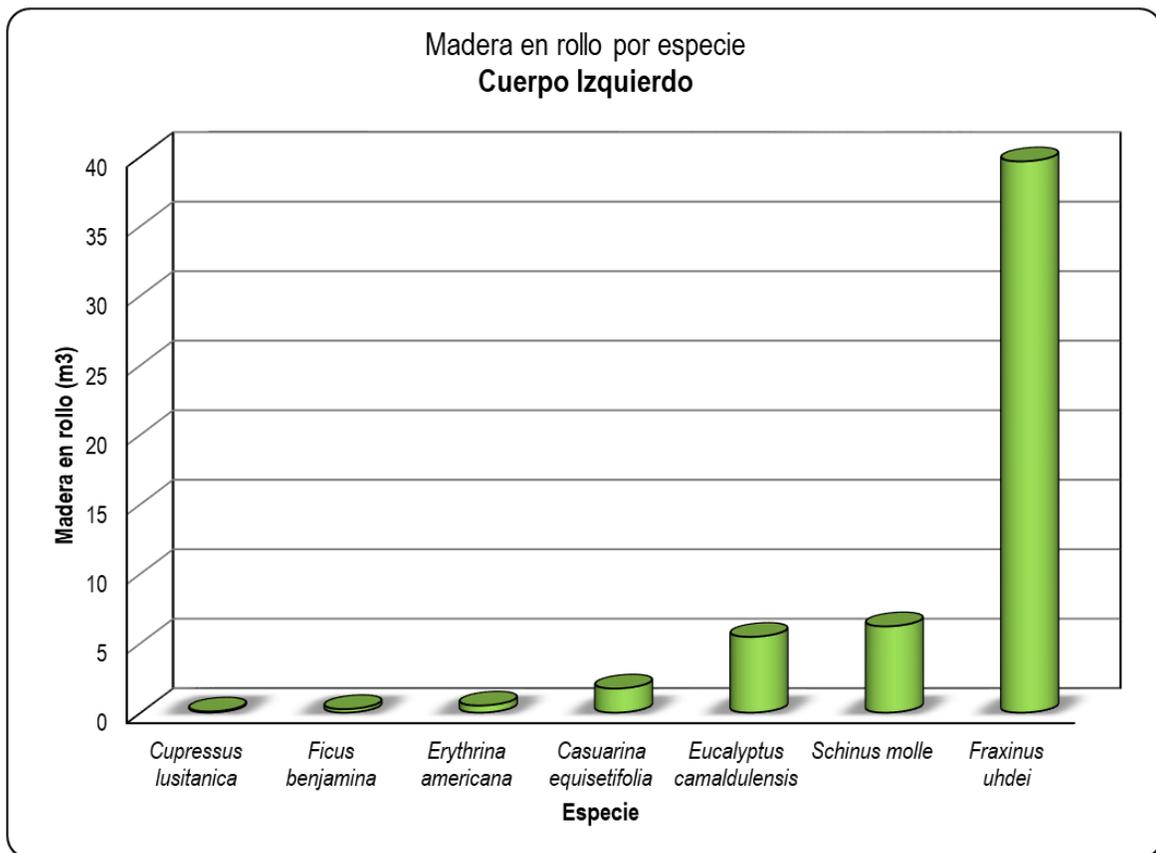


Figura IV.34. Madera en rollo por especie del Cuerpo Izquierdo.

Cuerpo Derecho

A continuación, se presenta el resumen de la madera en rollo por especie del Cuerpo Derecho. Debido a la abundancia de la especie *Fraxinus uhdei* (fresno), fue la que mayor cantidad de madera en rollo presenta, seguida de la especie *Schinus molle* (pirul) y *Eucalyptus camaldulensis* (eucalipto), ninguna de las especies anteriores está protegida por alguna ley y su distribución es muy amplia por todo el país.

Tabla IV.40. Madera en rollo del Cuerpo Derecho.

No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos	Volumen total de madera en rollo (m ³)
1	<i>Casuarina equisetifolia</i>	Casuarina	9	3.1483
2	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	Eucalipto	15	14.5789
3	<i>Fraxinus uhdei</i>	Fresno	83	26.3263
4	<i>Pinus sp.</i>	Pino	1	0.0079
5	<i>Populus alba</i>	Álamo blanco	3	0.2394
6	<i>Schinus molle</i>	Pirul	6	18.6247
		Total	117	62.9255

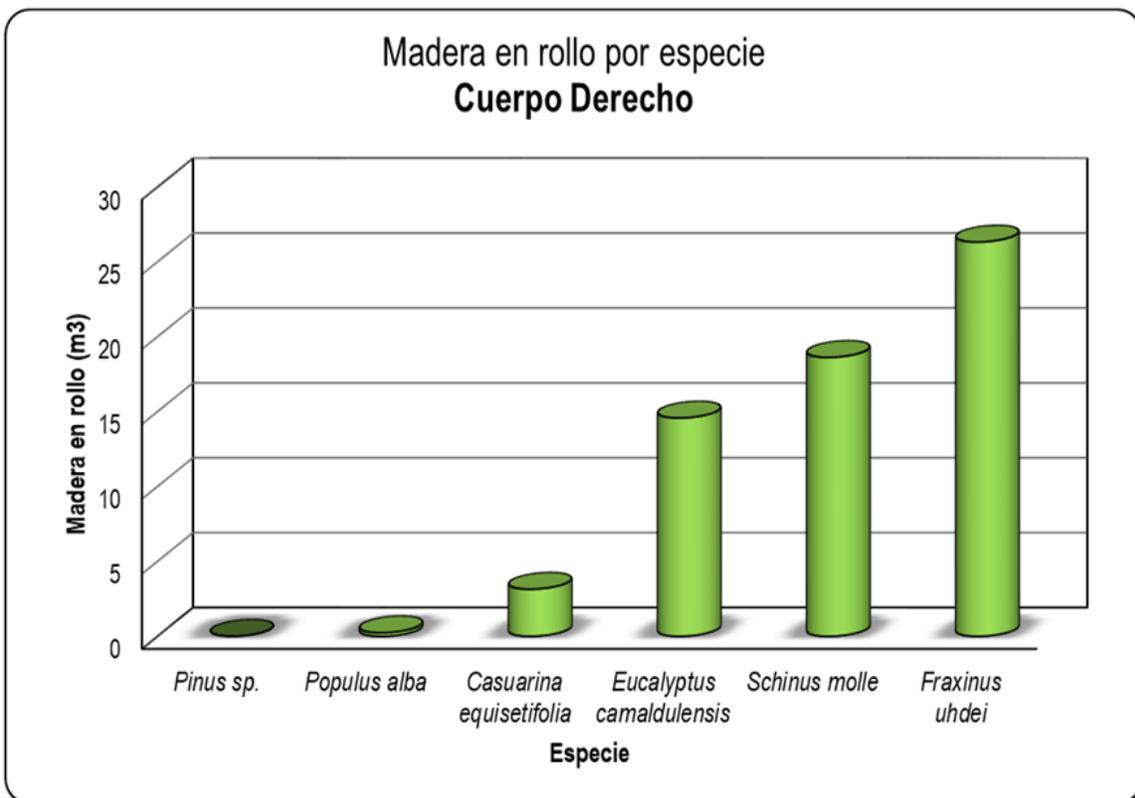


Figura IV.35. Madera en rollo por especie del Cuerpo Izquierdo.

Resultados generales del Proyecto.

A continuación, se presenta el número de organismos totales por especie que afectará el proyecto, cabe destacar que sólo un organismo de la especie *Cupressus lusitanica* (cedro blanco) será afectado.

Tabla IV.41. Número de organismos totales por especie.

No.	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos
1	<i>Alternanthera caracasana</i>	verdolaga cimarrona	23
2	<i>Amaranthus hybridus</i>	quintonil verde	10697
3	<i>Anoda cristata</i>	alache	20
4	<i>Argemone ochroleuca</i>	cardo santo	26
5	<i>Avena fatua</i>	avena cimarrona	1
6	<i>Baccharis salicifolia</i>	azumiate	3
7	<i>Bidens pilosa</i>	aceitilla	21429
8	<i>Buddleja cordata</i>	tepozán blanco	4
9	<i>Casuarina equisetifolia</i>	casuarina	16
10	<i>Cenchrus clandestinus</i>	pasto kikuyo	24173
11	<i>Cenchrus longisetus</i>	pasto plumoso	182
12	<i>Chenopodium murale</i>	hediondilla	1084
13	<i>Chenopodium album</i>	quelite	25
14	<i>Chenopodium giganteum</i>	quelite gigante	18
15	<i>Chloris virgata</i>	barbas de indio	12104
16	<i>Cupressus lusitanica</i>	cedro blanco	1
17	<i>Cupressus macrocarpa</i>	ciprés	2
18	<i>Cynodon dactylon</i>	gallinitas	706076
19	<i>Digitaria sp</i>		13626
20	<i>Dyssodia papposa</i>	flamenquilla	8
21	<i>Eragrostis lehmanniana</i>	amor seco africano	244
22	<i>Erythrina americana</i>	colorín	2
23	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	eucalipto	25
24	<i>Euphorbia davidii</i>	lechero	22
25	<i>Euphorbia heterophylla</i>	lechero	2
26	<i>Euphorbia hirta</i>	golondrina	7
27	<i>Euphorbia hypericifolia</i>	golondrina	21
28	<i>Ficus benjamina</i>	figus	5
29	<i>Fraxinus uhdei</i>	fresno	229
30	<i>Helminthotheca echioides</i>	abrojo europeo	39
31	<i>Ipomoea purpurea</i>	campanitas	193

No.	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos
32	<i>Lepidium virginicum</i>	lentejilla de campo	18
33	<i>Malva parviflora</i>	malva de castilla	12
34	<i>Medicago sativa</i>	alfalfa	3
35	<i>Melinis repens</i>	pasto rosado	61
36	<i>Nicotiana glauca</i>	tabaquillo	16
37	<i>Onagra suffrutescens</i>	onagra de olor	36
38	<i>Oxalis corniculata</i>	acedera	3
39	<i>Panicum virgatum</i>	zacate klein	16
40	<i>Phytolacca icosandra</i>	mazorquilla	5
41	<i>Pinus sp.</i>	pino	1
42	<i>Plantago major</i>	cancerina	1
43	<i>Poa annua</i>	zacate azul	39
44	<i>Populus alba</i>	álamo blanco	11
45	<i>Ricinus communis</i>	higuerilla	16
46	<i>Rumex crispus</i>	lengua de vaca eurasiática	47
47	<i>Salvia tiliifolia</i>	salvia hoja de tilo	8
48	<i>Santolina chamaecyparissus</i>	manzanillera	3
49	<i>Schinus molle</i>	pirul	16
50	<i>Setaria adhaerens</i>	cadillo	7025
51	<i>Sicyos angulatus</i>	chayotillo	3
52	<i>Simsia amplexicaulis</i>	acahual	25620
53	<i>Sisymbrium irio</i>	mostacilla	6
54	<i>Solanum elaeagnifolium</i>	pera	34
55	<i>Sonchus oleraceus</i>	achicoria europea	15
56	<i>Sphaeralcea angustifolia</i>	hierba del negro	15
57	<i>Taraxacum officinale</i>	diente de león	7
58	<i>Tithonia tubaeformis</i>	gigantón	2674
59	<i>Viguiera dentata</i>	chamiso	4
60	<i>Yucca gigantea</i>	islote	6
Total general:			826,029

A continuación, se presenta la madera en rollo de todas las especies arbóreas dentro del Proyecto. Cabe destacar que la especie *Fraxinus uhdei* (fresno) fue la que más madera en rollo presentó debido a su abundancia.

Tabla IV.42.Madera en rollo por especie total.

No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos	Volumen total de madera en rollo (m ³)
1	<i>Casuarina equisetifolia</i>	casuarina	16	4.8791
2	<i>Cupressus lusitanica</i>	cedro Blanco	1	0.0790
3	<i>Erythrina americana</i>	colorín	2	0.5062
4	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	eucalipto	23	20.0251
5	<i>Ficus benjamina</i>	ficus	5	0.2522
6	<i>Fraxinus uhdei</i>	fresno	229	65.9730
7	<i>Pinus sp.</i>	pino	1	0.0079
8	<i>Populus alba</i>	álamo blanco	3	0.2394
9	<i>Schinus molle</i>	pirul	14	24.8256
		Total	294	116.7875

De 294 organismos arbóreos se obtuvo un volumen de madera en rollo de 116.7875 m³; así como 18 árboles juveniles menores a 15 cm de diámetro, para un total de 312 árboles presentes en ambos cuerpos.

Conclusión

El proyecto se pretende llevar a cabo en una zona con un significativo estado de perturbación, de acuerdo a los muestreos de campo se identificaron especies indicadoras de perturbación y otras especies nativas con amplia distribución en todo el país. Sólo un organismo de una especie, *Cupressus lusitanica* (cedro blanco), está dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 con categoría de Protección especial (Pr), por lo que el proyecto no la afectará de manera significativa.

IV.3.2.2. Fauna Silvestre

La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) dividió el país en grandes zonas donde convergen características similares de vegetación, clima y por lo tanto la presencia de especies de distintos órdenes taxonómicos tomando como base la fisiografía del territorio. En esta división el SA pertenece a la Provincia Mastogeográfica Volcánico-Transversa.

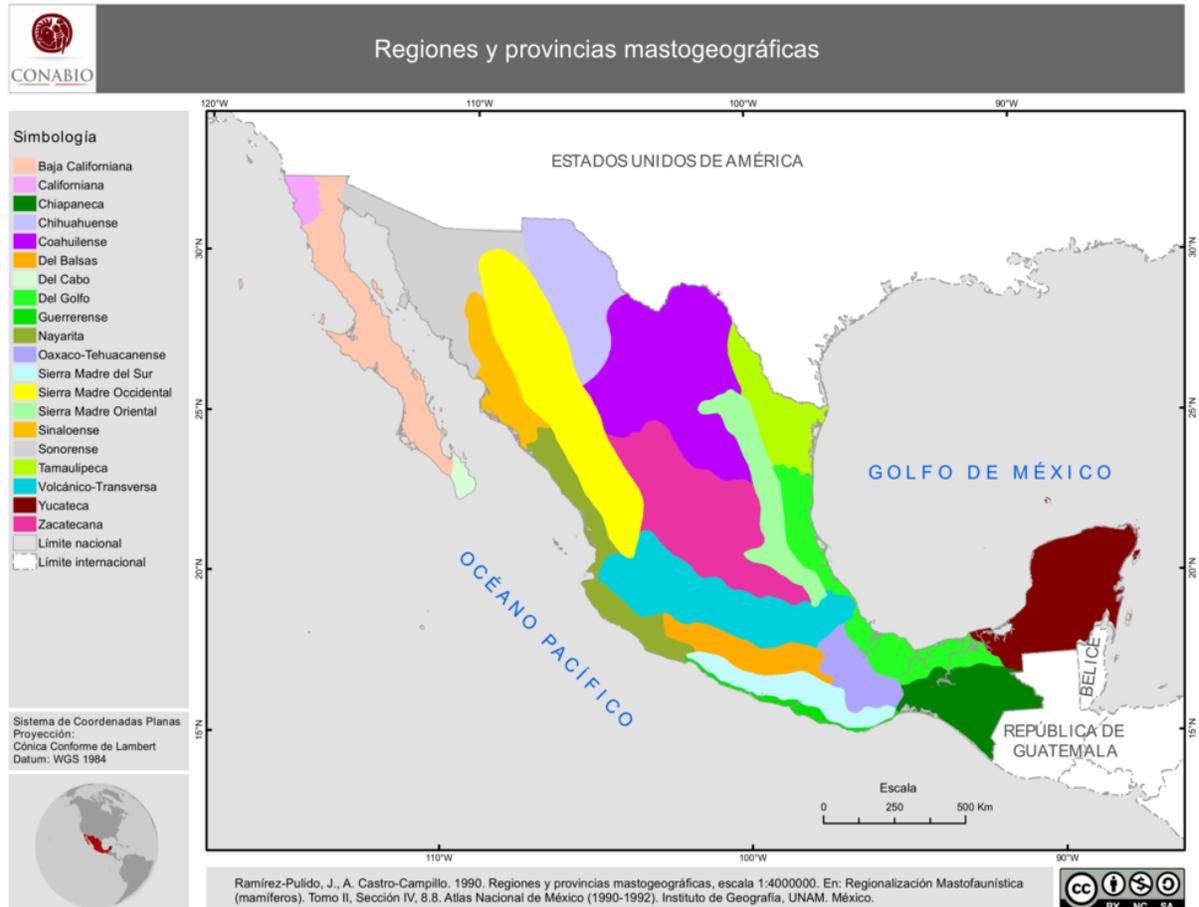


Figura IV.36. Regiones y Provincias mastogeográficas de México.

Para elegir el método adecuado para llevar a cabo el monitoreo de fauna presente en el sitio, primero se analizaron las condiciones del lugar. Dado que es una zona altamente urbanizada y que presenta escasa vegetación, en su mayoría introducida o indicadora de perturbación, se optó por el monitoreo a través de transectos rectos.

Se establecieron 3 transectos rectos de 1000 metros cada uno dentro del Predio, aprovechando manchones de vegetación y 3 transectos con la misma longitud fuera del mismo. Cada transecto se recorrió a paso constante, tomando en cuenta 50 m a los lados, en busca de aves, reptiles y mamíferos que pudieran estar presentes.

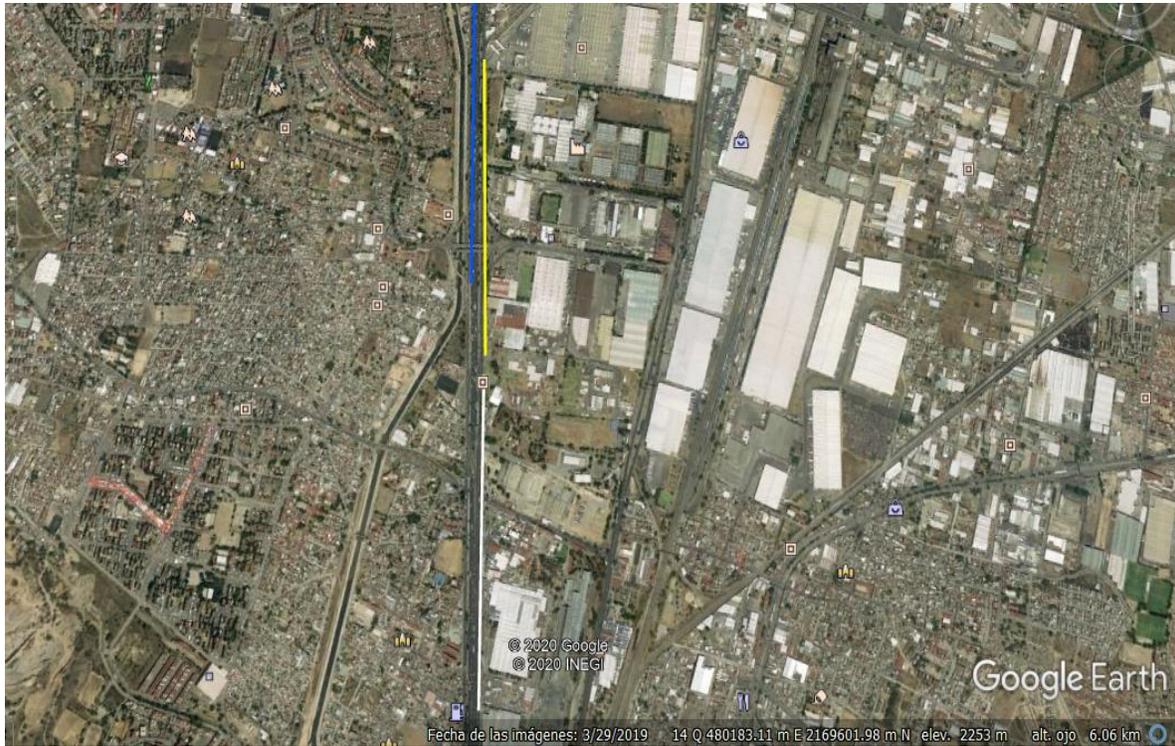


Figura IV.37. Ubicación de los transectos para el monitoreo de fauna dentro del Predio



Figura IV.38. Ubicación de los transectos para el monitoreo de fauna fuera del Predio

Tabla IV.43. Coordenadas UTM de los transectos para el monitoreo de fauna dentro del Predio.

Coordenadas UTM de los transectos para el monitoreo de fauna			
Punto inicial		Punto final	
Transecto 1			
X= 479690.28	Y= 2170680.43	X= 479838.67	Y= 2169726.78
Transecto 2			
X= 479759.35	Y= 2170511.73	X= 479929.40	Y= 2169496.58
Transecto 3			
X= 479933.93	Y= 2169432.53	X= 480080.14	Y= 2168425.39

Tabla IV.44. Coordenadas UTM de los transectos para el monitoreo de fauna fuera del Predio.

Coordenadas UTM de los transectos para el monitoreo de fauna			
Punto inicial		Punto final	
Transecto 1			
X= 479550.91	Y= 2171811.70	X= 479391.21	Y= 2172799.86
Transecto 2			
X= 479366.55	Y= 2172752.55	X= 479510.32	Y= 2171801.19
Transecto 3			
X= 479348.20	Y= 2172882.82	X= 479186.68	Y= 2173875.51

Para el caso de las aves, se utilizaron binoculares Eagle Optic de 8x42 y una cámara réflex para la toma de fotografías. Por otra parte, se realizó la búsqueda directa de reptiles y mamíferos entre las ramas, rocas y manchones de pasto presentes.

RESULTADOS

En total se identificaron seis especies de aves en el área del proyecto. La mayoría de especies encontradas son comunes en zonas urbanas, ya que han logrado adaptarse a ciertos niveles de perturbación. Es importante mencionar que ninguna especie se encontró dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y/o CITES.

A continuación, se muestra la lista de especies identificadas en cada uno de los Transectos, así como su abundancia relativa.

Tabla IV.45. Lista de especies identificadas en los Transectos dentro del Predio.

Especie	Nombre común	T1	Abundancia relativa	T2	Abundancia relativa	T3	Abundancia relativa
<i>Columbina inca</i>	paloma doméstica	1	5,26	0	0,00	1	7,69
<i>Columba livia</i>	tortolita cola larga	2	10,53	3	17,65	1	7,69
<i>Polioptila caerulea</i>	perlita azul gris	0	0,00	0	0,00	1	7,69
<i>Passer domesticus</i>	gorrión doméstico	2	10,53	3	17,65	0	0,00
<i>Molothrus ater</i>	tordo cabeza café	1	5,26	0	0,00	0	0,00
<i>Quiscalus mexicanus</i>	zanate mayor	13	68,42	11	64,71	10	76,92
Total		19	100,00	17	100,00	13	100,00

Tabla IV.46. Lista de especies identificadas en los Transectos fuera del Predio.

Especie	Nombre común	T1	Abundancia relativa	T2	Abundancia relativa	T3	Abundancia relativa
<i>Columbina inca</i>	paloma doméstica	1	3,85	0	0,00	1	4,55
<i>Columba livia</i>	tortolita cola larga	7	26,92	3	8,11	5	22,73
<i>Polioptila caerulea</i>	perlita azul gris	0	0,00	0	0,00	1	4,55
<i>Passer domesticus</i>	gorrión doméstico	2	7,69	3	8,11	0	0,00
<i>Molothrus ater</i>	tordo cabeza café	1	3,85	7	18,92	2	9,09
<i>Quiscalus mexicanus</i>	zanate mayor	15	57,69	24	64,86	13	59,09
Total		26	100,00	37	100,00	22	100,00

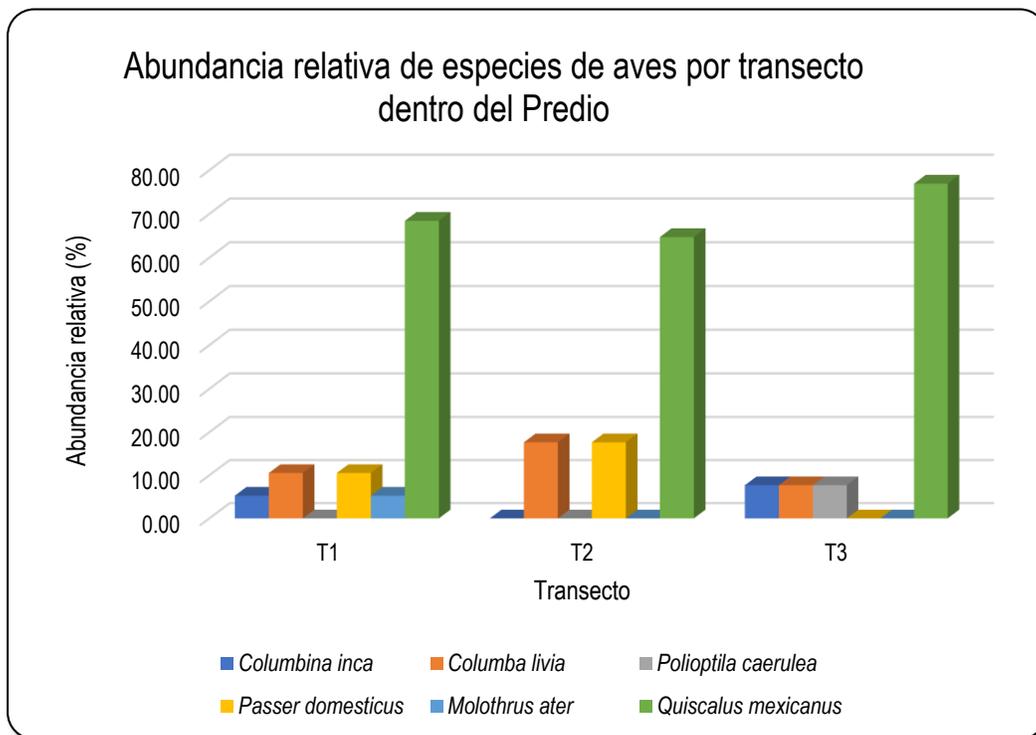


Figura IV.39. Abundancia relativa de especies de aves por transecto dentro del Predio

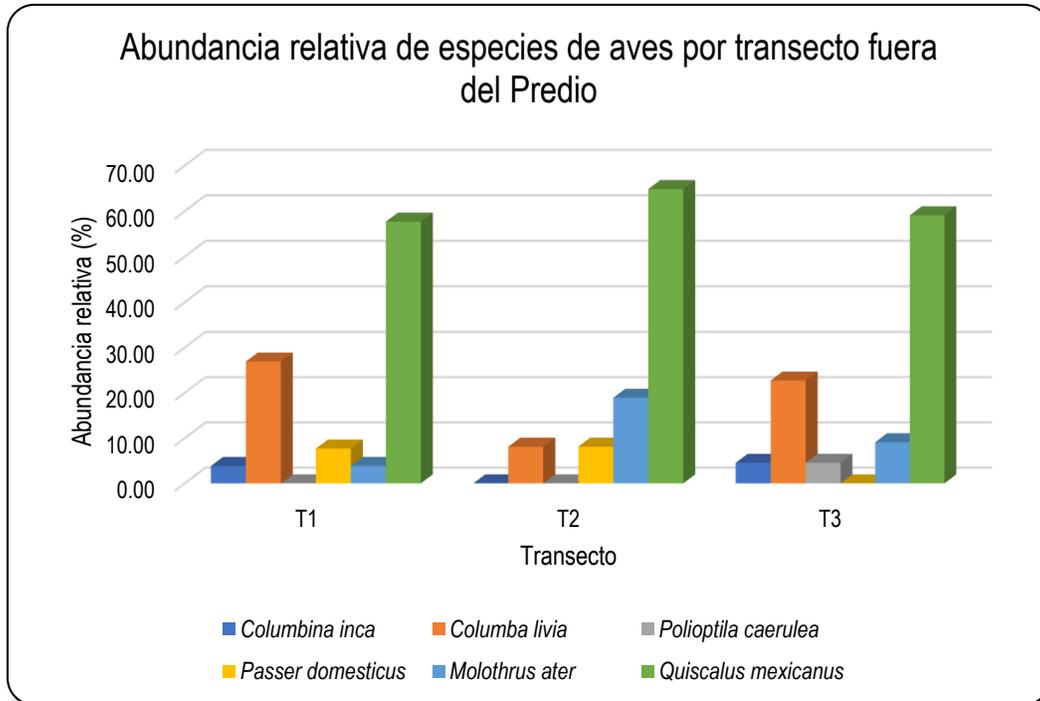


Figura IV.40. Abundancia relativa de especies de aves por transecto fuera del Predio

Como se muestra en las figuras anteriores, el número de registros de cada especie varió entre los transectos. Sin embargo, es importante mencionar que la mayoría de las especies identificadas comunes en zonas urbanizadas, ya que han logrado adaptarse a ciertos niveles de perturbación. Además, el Zanate mayor (*Quiscalus mexicanus*) y el Tordo cabeza café (*Molothrus ater*) tienen hábitos gregarios, por lo que es posible observar un gran número de individuos de estas especies en un solo lugar. También se registró la presencia de dos especies introducidas a México, el Gorrión doméstico (*Passer domesticus*) y la Paloma doméstica (*Columba livia*), especies comunes en áreas urbanas.

La Perlita azul gris (*Polioptila caerulea*) y la Tortolita cola larga (*Columbina inca*) también son especies cuya presencia es común en la Ciudad, sin embargo, es más común verlas en parques y áreas con mayor vegetación.

IV.3.3. Medio socioeconómico

En este apartado se presenta, abarcando distintos aspectos sociales, la descripción del medio socioeconómico del municipio de Cuautitlán Izcalli y Tultitlán, Estado de México, en los cuales se encuentra ubicado el Proyecto.

IV.3.3.1. Cuautitlán Izcalli

El Municipio de Cuautitlán Izcalli consta de una superficie total de 109.9 km². Limita al norte con los municipios de Tepetzotlán y Cuautitlán; al este con Cuautitlán y Tultitlán; al sur con Tlalnepantla y Atizapán, y al oeste con Nicolas Romero y Tepetzotlán.

DEMOGRAFÍA

Población

Hasta el 2010, se tenía registrada una población total de 511, 675 habitantes, de los cuales, 248, 552 son hombres y 263, 123 mujeres, lo que representa el 3.16% de la población total del Estado de México. La densidad poblacional en el municipio es de 4653.28 habitantes/km². En la siguiente tabla se muestra la distribución de la población por grupos de edad y sexo.

Tabla IV.47. Distribución de la población por grupos de edad y sexo del municipio de Cuautitlán Izcalli hasta el 2010.

Grupos de edad	Total	Hombres	Mujeres
0 a 4 años	40,195	20,346	19,849
5 a 9 años	42,439	21,614	20,825
10 a 14 años	40,825	20,785	20,040
15 a 19 años	44,357	22,272	22,085
20 a 24 años	46,434	23,032	23,402
25 a 29 años	43,353	21,202	22,151
30 a 34 años	40,880	19,400	21,480
35 a 39 años	40,859	19,177	21,682
40 a 44 años	35,431	16,416	19,015
45 a 49 años	32,849	15,239	17,610
50 a 54 años	30,220	13,947	16,273
55 a 59 años	22,681	10,882	11,799
60 a 64 años	16,437	7,959	8,478
65 a 69 años	9,505	4,657	4,848
70 a 74 años	5,958	2,724	3,234
75 a 79 años	3,585	1,633	1,952
80 a 84 años	2,207	859	1,348
85 a 89 años	1,273	440	833
0 a 94 años	412	125	287
95 a 99 años	159	52	107
100 y más	25	05	20
No especificado	11,591	5,786	5,805
Total	511,675	248,552	263,123

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010.

Las estadísticas vitales para el municipio se muestran en la tabla siguiente.

Tabla IV.48. Estadísticas vitales del municipio de Cuautitlán Izcalli.

Estadísticas vitales	
Indicador	Valor
Nacimientos	8, 783
Defunciones generales	1, 966
Defunciones infantiles	963

Fuente: Plataforma Electoral Municipal de Cuautitlán Izcalli, 2016 - 2018 (IEEM).

Actividades económicas

En el municipio de Cuautitlán Izcalli, se tenía registrado hasta el 2010 un total de 266, 438 habitantes económicamente activos, que realizan actividades principalmente del sector destinado a brindar servicios, seguido de industrias. En contraste, 182, 877 habitantes no son económicamente activos, dentro de los que se encuentran estudiantes, amas de casa, jubilados e incapacitados.

Tabla IV.49. Distribución de la población económicamente no activa por sector económico.

Población económicamente no activa	
Indicador	Pobladores (%)
Estudiantes	35.1
Quehaceres del hogar	45.7
Jubilados y pensionados	11.0
Incapacitados permanentes	1.7
Otro tipo	6.5

Fuente: Panorama sociodemográfico del Estado de México 2015- 2016 (INEGI).

Vivienda

Con base en la información proporcionada por INEGI, en el 2015 había un total de 148, 877 viviendas particulares habitadas, las cuales, en su mayoría cuentan con servicios públicos como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla IV.50. Servicios públicos disponibles en las viviendas particulares habitadas en el municipio de Cuautitlán Izcalli.

Características de las viviendas	
Indicador	Viviendas (%)
Con disponibilidad de agua entubada	92.2
Con disponibilidad de drenaje	98.8
Con disponibilidad de energía eléctrica	99.6
Con disponibilidad de sanitario o excusado	99.4

Fuente: Panorama sociodemográfico del Estado de México 2015- 2016 (INEGI).

Salud

Cuautitlán Izcalli cuenta con un total de 14 unidades médicas que brindan atención a los habitantes, de estas, 11 son unidades de consulta externa, 2 de hospitalización general y 1 como establecimiento de apoyo. Del total de pobladores, el 75.9 % cuenta con alguna afiliación a servicios de salud, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla IV.51. Porcentaje de pobladores afiliados a servicios de salud

Institución	Población afiliada (%)
Seguro Popular	17.3
IMSS	68.8
ISSSTE	6.5
PEMEX	1.3
Seguro Privado	5.0
Otra Institución	3.5

Fuente: Panorama sociodemográfico del Estado de México 2015- 2016 (INEGI).

Educación

En la siguiente tabla se presenta el porcentaje de habitantes con respecto a su nivel educativo.

Tabla IV.52. Características del Sector Educativo de Cuautitlán Izcalli, Estado de México.

Nivel Educativo	Habitantes (%)
Sin escolaridad	1.5
Básica	41.4
Media Superior	29.6
Superior	27.1
No especificado	0.4

Fuente: Panorama sociodemográfico del Estado de México 2015- 2016 (INEGI).

Es importante mencionar que, del total de habitantes del municipio, el 7.74% se considera indígena y el 2.5% afrodescendiente. De este porcentaje, el 1.53% habla alguna lengua indígena y el 0.73% no habla español.

Vías de comunicación

Cuautitlán Izcalli cuenta con una red carretera que incluye vialidades de jurisdicción federal, estatal y municipal, como se muestra en las siguientes tablas.

Tabla IV.53. Vialidades de jurisdicción federal en el municipio de Cuautitlán Izcalli

Vialidades de jurisdicción federal		
Nombre de la vialidad	km	Federal
México – Querétaro	14.14	Libre
Chamapa - Lechería	0.34	Cuota

Tabla IV.54. Vialidades de jurisdicción estatal en el municipio de Cuautitlán Izcalli

Vialidades de jurisdicción estatal					
No. De vialidad	Nombre de la vialidad	Long. total	Del km.	Al km.	Total municipal
763	Vía José López Portillo	17.400	0+000	0+500	0.50
778	Km 2.0 (Lechería-Cuautitlán) Tepojaco	9.700	0+700	9+700	9.00
781	Cuautitlán – Apaxco	36.600	1+600	8+000	6.40
801	Nicolás – Tepojaco	8.500	4+000	8+500	4.50

Vialidades de jurisdicción estatal					
No. De vialidad	Nombre de la vialidad	Long. total	Del km.	Al km.	Total municipal
1070	Boulevard Manuel Ávila Camacho	22.000	27+900	33+000	5.10
1071	Laterales Boulevard Manuel Ávila Camacho	32.000	27+900	42+000	14.10
1781	Lechería – Cuautitlán	8.500	0+000	1+800	1.80
8061	Vialidad Perinorte – Vía José López Portillo	2.000	0+000	0+800	0.80

Tabla IV.55. Vialidades de jurisdicción municipal de Cuautitlán Izcalli

Vialidades de jurisdicción municipal	
Nombre del camino	Longitud total
La Aurora – Santa María Tianguistengo	1.70
El Rosario – La Aurora	1.80
La Aurora - Tepojaco	2.40
San Mateo Iztacalco – Por Cuautitlán Izcalli	0.60
San Mateo Iztacalco – Límite Cuautitlán Izcalli	1.00
Lago de Guadalupe – Tepojaco	1.40
Tepojaco – Nicolás Romero	2.30
Lago de Guadalupe – Aut. México Querétaro	3.70
Axotlán – Cuatro Milpas	0.60
Cuatro Milpas – Infonavit Norte	1.80
Axotlán	1.20

IV.3.3.2. Tultitlán

El Municipio de Tultitlán consta de una superficie total de 69.536 km². Limita al norte con los municipios de Cuautitlán, Tultepec y Nextlalpan; al este con los municipios de Nextlalpan, Tonanitla, Ecatepec de Morelos y el Distrito Federal; al sur con el Distrito Federal y el municipio de Tlalnepantla de Baz; al oeste con los municipios de Tlalnepantla de Baz, Cuautitlán Izcalli y Cuautitlán.

DEMOGRAFÍA

Población

Hasta el 2010, se tenía registrada una población total de 524, 074 habitantes, de los cuales, 256, 439 son hombres y 267, 635 mujeres, lo que representa el 3.24% de la población total del Estado de México. La densidad poblacional en el municipio es de 7536.73 habitantes/km².

En la siguiente tabla se muestra la distribución de la población por grupos de edad y sexo.

Tabla IV.56. Distribución de la población por grupos de edad y sexo del municipio de Tultitlán hasta el 2010.

Grupos de edad	Total	Hombres	Mujeres
0 a 4 años	45,602	23,177	22,425
5 a 9 años	48,462	24,750	23,712
10 a 14 años	46,956	23,760	23,196
15 a 19 años	50,378	25,392	24,986
20 a 24 años	48,967	24,440	24,527
25 a 29 años	43,423	21,148	22,275

Grupos de edad	Total	Hombres	Mujeres
30 a 34 años	39,677	18,671	21,006
35 a 39 años	41,771	19,493	22,278
40 a 44 años	38,377	18,071	20,306
45 a 49 años	33,208	15,776	17,432
50 a 54 años	27,777	13,249	14,528
55 a 59 años	19,394	9,521	9,873
60 a 64 años	12,990	6,441	6,549
65 a 69 años	7,709	3,692	4,017
70 a 74 años	4,967	2,256	2,711
75 a 79 años	3,070	1,316	1,754
80 a 84 años	1,869	734	1,135
85 a 89 años	1,002	369	633
90 a 94 años	304	115	189
95 a 99 años	99	30	69
100 y más	28	12	16
No especificado	8,044	4,026	4,018
Total	524,074	256,439	267,635

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010.

Las estadísticas vitales para el municipio se muestran en la tabla siguiente.

Tabla IV.57. Estadísticas vitales del municipio de Tultitlán.

Estadísticas vitales	
Indicador	Valor
Nacimientos	7, 142
Defunciones generales	1, 656
Defunciones infantiles	660

Fuente: Plataforma Electoral Municipal de Tultitlán, 2016 - 2018 (IEEM).

Actividades económicas

En el municipio de Tultitlán, se tenía registrado hasta el 2010 un total de 273, 567 habitantes económicamente activos, que realizan actividades principalmente del sector destinado a brindar servicios, seguido de industrias. En contraste, 248, 935.15 habitantes no son económicamente activos, dentro de los que se encuentran estudiantes, amas de casa, jubilados e incapacitados.

Tabla IV.58. Distribución de la población económicamente no activa por sector económico.

Población económicamente no activa	
Indicador	Pobladores (%)
Estudiantes	35.5
Quehaceres del hogar	48.4
Jubilados y pensionados	7.7
Incapacitados permanentes	2.0
Otro tipo	6.4

Fuente: Panorama sociodemográfico del Estado de México 2015- 2016 (INEGI).

Vivienda

Con base en la información proporcionada por INEGI, en el 2015 había un total de 138, 210 viviendas particulares habitadas, las cuales, en su mayoría cuentan con servicios públicos como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla IV.59. Servicios públicos disponibles en las viviendas particulares habitadas en el municipio de Tultitlán.

Características de las viviendas	
Indicador	Viviendas (%)
Con disponibilidad de agua entubada	92.2
Con disponibilidad de drenaje	98.8
Con disponibilidad de energía eléctrica	99.6
Con disponibilidad de sanitario o excusado	99.4

Fuente: Panorama sociodemográfico del Estado de México 2015- 2016 (INEGI).

Salud

Tultitlán cuenta con un total de 12 unidades médicas que brindan atención a los habitantes, de estas, 8 son unidades de consulta externa, 1 de hospitalización general, 1 como establecimiento de apoyo y 2 como establecimiento de asistencia social. Del total de pobladores, el 75.9 % cuenta con alguna afiliación a servicios de salud, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla IV.60. Porcentaje de pobladores afiliados a servicios de salud

Institución	Población afiliada (%)
Seguro Popular	27.1
IMSS	60.4
ISSSTE	7.5
PEMEX	1.2
Seguro Privado	2.3
Otra Institución	2.9

Fuente: Panorama sociodemográfico del Estado de México 2015- 2016 (INEGI).

Educación

En la siguiente tabla se presenta el porcentaje de habitantes con respecto a su nivel educativo.

Tabla IV.61. Características del Sector Educativo de Tultitlán, Estado de México.

Nivel Educativo	Habitantes (%)
Sin escolaridad	2.6
Básica	47.2
Media Superior	30.5
Superior	19.5
No especificado	0.2

Fuente: Panorama sociodemográfico del Estado de México 2015- 2016 (INEGI).

Es importante mencionar que, del total de habitantes del municipio, el 11.89% se considera indígena y el 2.58% afrodescendiente. De este porcentaje, el 1.11% habla alguna lengua indígena y el 0.13% no habla español.

Vías de comunicación

La red carretera del municipio de Tultitlán se integra con 3 vías federales, 4 estatales, 2 municipales y 3 caminos rurales que son:

Tabla IV.62. Red carretera en el municipio de Tultitlán.

Red carretera en el municipio de Tultitlán
Carretera Federal 57 - Autopista México - Querétaro.
Carretera Federal 136 - Vía Lic. José López Portillo.
Carretera Federal denominada Recursos Hidráulicos en lateral de las vías férreas del Ferrocarril México-Pachuca, que liga a la Vía Lic. José López Portillo hasta los Reyes Acozac como vialidad de servicio a los pozos del Ramal Los Reyes.
Circuito Interior Mexiquense que comunica a Ecatepec con Huehuetoca.
Carreteras Estatales Tlalnepantla – Cuautitlán, Tultitlán – Coacalco y Carretera Lago de Guadalupe – Tultitlán.
Carretera Municipal en las vialidades denominadas Av. San Antonio - Av. Hidalgo - Av. Cartagena - Av. Hacienda Portales (estas dos últimas conservan sus características de carretera) hasta la Av. Niños Héroes.
Carretera Municipal denominada Av. Tultitlán Poniente con su continuación por Tultitlán Oriente - Revolución-20 de noviembre - Isidro Fabela - Av. San Antonio- Cuautitlán - Av. Venustiano Carranza de Cuautitlán.
Av. Metropolitana (antes La Mexiquense) de 4 km. que liga actualmente al Municipio de Coacalco con Tultitlán.
Camino a San Pablo de las Salinas - Séptima Avenida de Tultepec con derivación hacia lateral del ferrocarril México-Pachuca.
Camino Viejo a San Pablo de las Salinas con derivación a la carretera municipal por la lateral del ferrocarril México - Pachuca hacia la Cabecera Municipal.
Camino al Parque Industrial Cartagena con derivación al centro administrativo y de gobierno de Tultitlán.

IV.3.3.3. Cambios sociales y económicos

Se considera que el proyecto ocasione cambios importantes en los aspectos sociales y económicos con la generación de empleos temporales en la construcción y permanente en la operación.

IV. 3.4. Paisaje

En el contexto de las actividades humanas, el paisaje se comporta como un recurso natural aprovechable mediante actividades específicas. Sin embargo, la evaluación de la calidad del paisaje presenta la dificultad de ser un componente básicamente subjetivo, pero destacan tres criterios básicos: la visibilidad, la calidad paisajística y la fragilidad visual, los cuales se definen a continuación:

- ✓ La visibilidad: se entiende como el espacio del territorio que puede apreciarse desde un punto o zona determinada.
- ✓ La calidad paisajística: incluye tres elementos de percepción: las características intrínsecas del sitio, la calidad visual del entorno inmediato y la calidad del fondo escénico.
- ✓ La fragilidad del paisaje: es la capacidad del mismo para absorber los cambios que se produzcan en él. La fragilidad está conceptualmente unida a los atributos anteriormente descritos. Los factores que la integran se pueden clasificar en biofísicos (suelos, estructura y diversidad de la vegetación, contraste cromático) y morfológicos (tamaño y forma de la cuenca visual, altura relativa, puntos y zonas singulares).

Otros dos criterios que se consideraron para analizar la calidad del paisaje fueron:

- ✓ Frecuencia de la presencia humana: no es lo mismo un paisaje prácticamente sin observadores que uno muy frecuentado, ya que la población afectada es superior en el segundo caso.
- ✓ Singularidades paisajísticas: elementos sobresalientes de carácter natural o artificial.

A continuación, se presentan las características del paisaje en el sitio de estudio. Para calificar cada uno de los criterios se establecieron los siguientes valores: Bajo, Medio y Alto.

Tabla IV.63. Criterios de paisaje.

Criterio	Observación	Valor sin proyecto	Valor con proyecto
Visibilidad	El sitio se caracteriza por la ausencia de vegetación natural.	Baja	Baja
Calidad paisajística y fragilidad	El sitio No presenta elementos de la vegetación natural, por lo que la calidad paisajística No es la original. Se considera una calidad paisajística Baja considerando la ausencia de vegetación natural. Se recomendará la colocación de una barrera viva de árboles alrededor del predio, mejorando la calidad paisajística.	Baja	Baja
Presencia humana	En el sitio se observa presencia humana, debido a que el Viaducto elevado se ubicará cercanos zonas urbanas.	Baja	Media
Singularidad paisajística	Como ya se mencionó anteriormente, el sitio se caracteriza por la casi ausencia de vegetación natural. Dentro del predio no se localizaron especies con estatus de conservación.	Baja	Baja

IV. 3.5. Diagnóstico

A continuación, se presenta el **Diagnóstico ambiental** con la integración de interpretación de inventario.

Antecedentes:

La delimitación del Sistema Ambiental (SA) se llevó a cabo por medio de la sobreposición del Lay out del proyecto “**VIADUCTO ELEVADO TEPALCAPA – CIRCUITO EXTERIOR MEXIQUENSE**”.

- El área del Proyecto se ubica en la Región Hidrológica RH26 Río Pánuco, en la Cuenca del Valle de México, en la subcuenca de Pachuca - Cd. de México.
- Con base en los aspectos antes descritos se delimito el Sistema Ambiental (SA) para el proyecto “**VIADUCTO ELEVADO TEPALCAPA – CIRCUITO EXTERIOR MEXIQUENSE**” en la subcuenca Pachuca – Cd. de México.
- Un ecosistema es un sistema biológico formado por dos elementos indisolubles, el biotopo (conjunto de componentes abióticos) y la biocenosis (conjunto de componentes bióticos) que interactúan entre sí, constituyendo una unidad funcional básica de interacción de los organismos vivos entre sí y de estos con el ambiente existente en un espacio y tiempo determinados.

SISTEMA ABIÓTICO

- ⊕ El área del Proyecto se ubica en la subcuenca “Pachuca – Cd. de México” (de acuerdo a la delimitación de la “Red Hidrográfica 1:50,000” de INEGI v. 2.0).
- ⊕ El clima dominante en el SA es templado Cw1, presenta temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C y temperatura del mes más caliente bajo 22°C, subhúmedo, precipitación anual de 200 a 1,800 mm y precipitación en el mes más seco de 0 a 40 mm; lluvias de verano del 5% al 10.2% anual.
- ⊕ Por su posición geográfica con respecto al territorio nacional, el SA se encuentra bajo la influencia de sistemas meteorológicos tropicales durante la época de lluvia. El paso constante de ondas y ciclones tropicales aportan la humedad más importante del año en forma de nublados y lluvias abundantes sobre la zona; lo cual contribuye a la remoción de los contaminantes presentes en la atmósfera.
- ⊕ En el SA, como en el predio del proyecto la calidad de aire se considera óptima, ya que las fuentes emisoras son escasas en la región.
- ⊕ La unidad geológica presentes en el área de estudio son **rocas sedimentarias aluviales**.
- ⊕ En el sitio del proyecto se presenta el tipo de suelo Vertisol pélico. Suelos de climas templados y cálidos, especialmente de zonas con una marcada estación seca y otra lluviosa, se caracterizan por su estructura masiva y su alto contenido de arcilla la cual es expandible en húmedo formando superficies de deslizamiento llamadas facetas y que por ser colapsables en seco pueden formar grietas en la superficie o a determinada profundidad.
- ⊕ Se llevó a cabo el análisis de la calidad el agua del Vertedor Poniente de acuerdo con la NOM-001-SEMARNAT- 1996, de tal forma que se cuenta con la información antes de las obras.

SISTEMA BIÓTICO

Flora

- ⊕ El Proyecto se encuentra en uso de suelo urbano construido, otros usos que se encuentran en la zona cercana al área del proyecto son: agricultura de riego semipermanente, agricultura de riego anual y semipermanente y agricultura de temporal anual. Respecto a vegetación, se encuentra pastizal inducido, bosque cultivado y pastizal halófilo.
- ⊕ El proyecto “**VIADUCTO ELEVADO TEPALCAPA – CIRCUITO EXTERIOR MEXIQUENSE**”, se pretende llevar a cabo en una zona con un significativo estado de perturbación, de acuerdo a los muestreos de campo se identificaron especies indicadoras de perturbación.
- ⊕ Como resultado de los muestreos en campo se obtuvo un listado de 60 especies, provenientes de 27 familias taxonómicas. Cabe destacar que un solo organismo de la especie *Cupressus lusitanica* con categoría de Protección especial de acuerdo con la NOM-059 se verá afectado por la realización del Proyecto.

Fauna

- ⊕ En total se identificaron seis especies de aves en el área del proyecto. La mayoría de especies encontradas son comunes en zonas urbanas, ya que han logrado adaptarse a ciertos niveles de perturbación. Es importante mencionar que ninguna especie se encontró dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y/o CITES.

ESTRUCTURA POR COMPONENTES DEL ECOSISTEMA

Componentes evaluados

- ⊕ Suelo
- ⊕ Agua
- ⊕ Biodiversidad de la flora y fauna terrestre

Funcionalidad del ecosistema

Un ecosistema es un sistema de interrelaciones entre componentes bióticos y abióticos, las interacciones generan procesos propios del sistema como el ciclo de materia y el flujo de energía; los procesos son dinámicos y abiertos, algunos de ellos medibles en series de tiempo que pueden ser de carácter geológico. El flujo de energía a través de las especies que componen el sistema, se estructura en forma espacial y temporal jerárquicamente en tiempo y espacio (Maass et al, 1995; en Martínez, 2003). La eficiencia y permanencia de los procesos depende de la diversidad de especies. Podemos decir que la diversidad biológica de un ecosistema es variable siendo uno de los más ricos por su alta biodiversidad las zonas costeras con presencia de selvas.

Los ecosistemas realizan funciones tales como el ciclado de nutrientes que dependen no sólo de organismos individuales sino de una serie de factores involucrados como la estructura física del suelo y microorganismos que allí habitan, disponibilidad de agua, el tipo de vegetación y más factores bióticos y abióticos (Christensen y Franklin, 1997, en Martínez, 2003). En una primera aproximación, el SA está formado por un grupo de subsistema que interactúa entre sí, los cuales son:

Cada uno de estos componentes constituye una unidad funcional compleja que incluye factores abióticos y bióticos; a fin de lograr una exposición clara los mismos se identificarán en forma breve.

Los subsistemas establecen entre sí un grupo de interacciones que en muchas ocasiones son recíprocas y en otras constituyen servicios ambientales esenciales para el funcionamiento de otras partes del sistema, como se muestra en el siguiente diagrama de flujo.

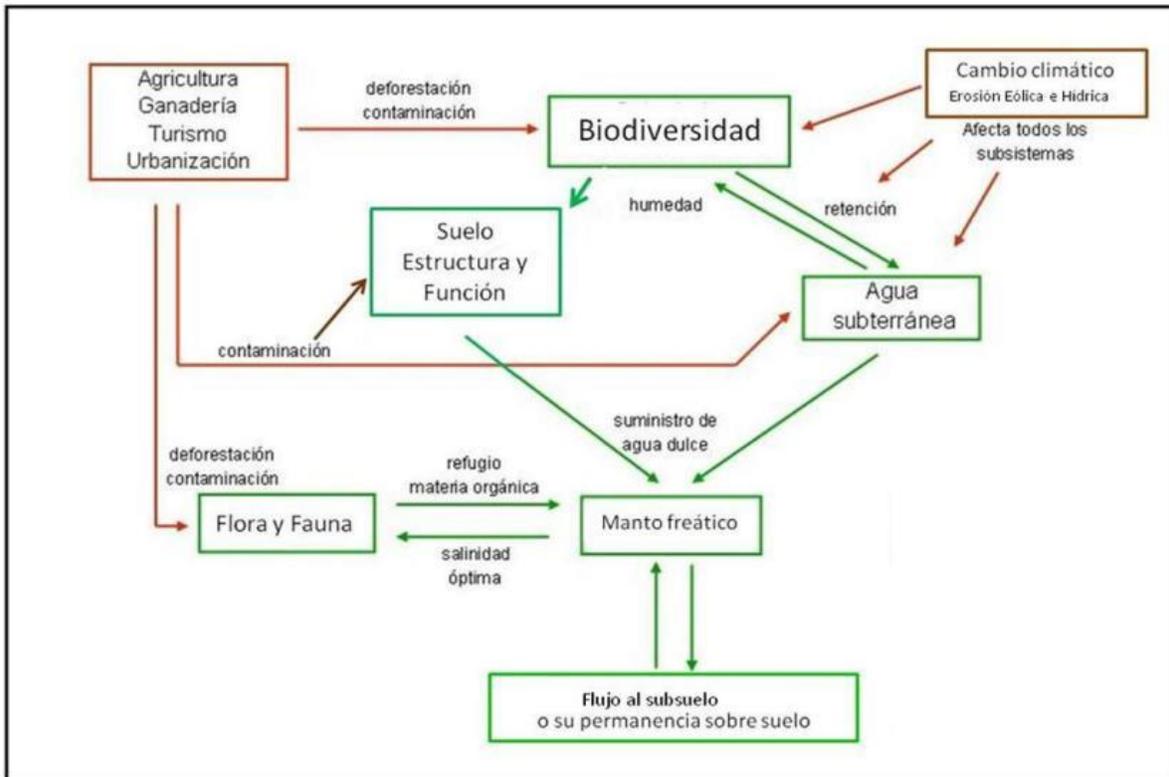


Figura IV.41. Subsistemas e interacciones del Sistema Ambiental (verde). También se destacan los aspectos que puede inducir estrés en el sistema, tanto de tipo natural como de origen antropogénico (rojo).

MODELO ECOLÓGICO CONCEPTUAL (MEC)

Principios básicos

Los Modelos Ecológicos Conceptuales (MEC) constituyen el principio organizativo fundamental en una estrategia para la planeación e implementación de programas de conservación y restauración. A través de los MEC se sistematiza la información existente en un modelo conceptual que permite identificar y valorar las interacciones entre factores de diferente naturaleza, identificar la falta de información críticos y elaborar hipótesis de trabajo que expliquen las fuentes y efectos de los cambios fundamentales (presentes y potenciales) inducidos por la actividad humana.

Estas hipótesis identifican agentes estresantes específicos que actúan a diferentes escalas sobre los ecosistemas, los efectos ecológicos de esos agentes y los atributos ecológicos que pueden servir mejor como indicadores de la efectividad de los planes de conservación y restauración. Estos modelos han sido desarrollados y aplicados con éxito en el caso del gran humedal de los Everglades, Florida, USA (Barnes, 2005; Crigger et al., 2005; Davis et al., 2005; Ogden et al., 2005a; Gawlik, 2006), entre otros. Los componentes principales de los MEC son cuatro:

1. Factores controladores: Fuerzas externas al sistema natural que tienen influencia de gran escala sobre el sistema. Pueden ser fuerzas naturales (p.e. acción permanente del viento) o antropogénicas (p.e. manejo del agua).
2. Agentes estresantes: Cambios físicos o químicos que ocurren dentro de los sistemas naturales, inducidos por los factores controladores y causan alteraciones significativas en los componentes y procesos biológicos.
3. Efectos ecológicos: Respuestas físicas, químicas y biológicas causadas por los agentes estresantes.
4. Atributos: Subconjunto mínimo indispensable de todos los elementos o componentes biológicos potenciales que son representativos de la condición ecológica general del sistema natural. Los atributos son, típicamente, poblaciones, especies, gremios tróficos, comunidades o procesos. Los atributos, también conocidos como indicadores, son seleccionados para representar efectos conocidos o hipotéticos de los agentes estresantes (p.e. número de fauna silvestre) y elementos de los sistemas que tienen valor humano (p.e. pesca deportiva, ecoturismo).

Los MEC describen la forma en que se relacionan sus componentes (Diagrama de flujo IV.2). Indican las vías generales por las cuales los factores controladores afectan los atributos del ecosistema que son importantes para el funcionamiento del mismo y aquellos que son vistos por las comunidades humanas como valiosas e importantes de mantener.

Un ejemplo simple es el caso del impacto que una práctica inadecuada de manejo del agua (p.e. canalización mal planeada) produce sobre el flujo superficial de agua o su permanencia sobre la superficie del suelo (encharcamiento o inundación). Dos consecuencias obvias (efectos ecológicos) son el incremento de la salinidad del suelo y la baja diversidad biológica. Estos efectos repercuten en la estructura de las poblaciones vegetales, un componente (atributo) clave y de alto valor ecológico (Diagrama de flujo IV.3).



Diagrama de flujo IV.2
Componentes básicos de un modelo ecológico conceptual (MEC). Esquema elaborado en base a Ogden, et al, 2005

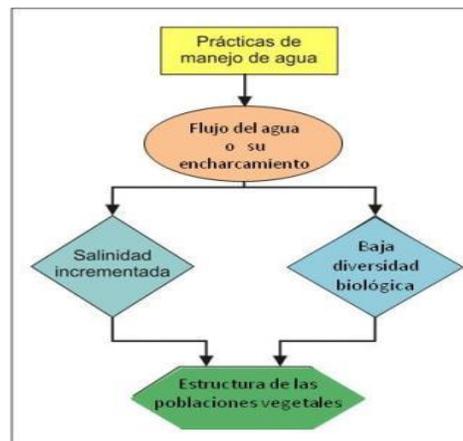


Diagrama de flujo IV.3
Ejemplo de MEC parcial para describir el impacto de prácticas inadecuadas de manejo del agua sobre la estructura de poblaciones vegetales. Esquema elaborado en base a Ogden, et al, 2005

Figura IV.42. Subsistemas e interacciones del Sistema Ambiental.

En el siguiente diagrama se muestra de forma simplificada los aspectos principales que caracterizan un Sistema Ambiental (SA).

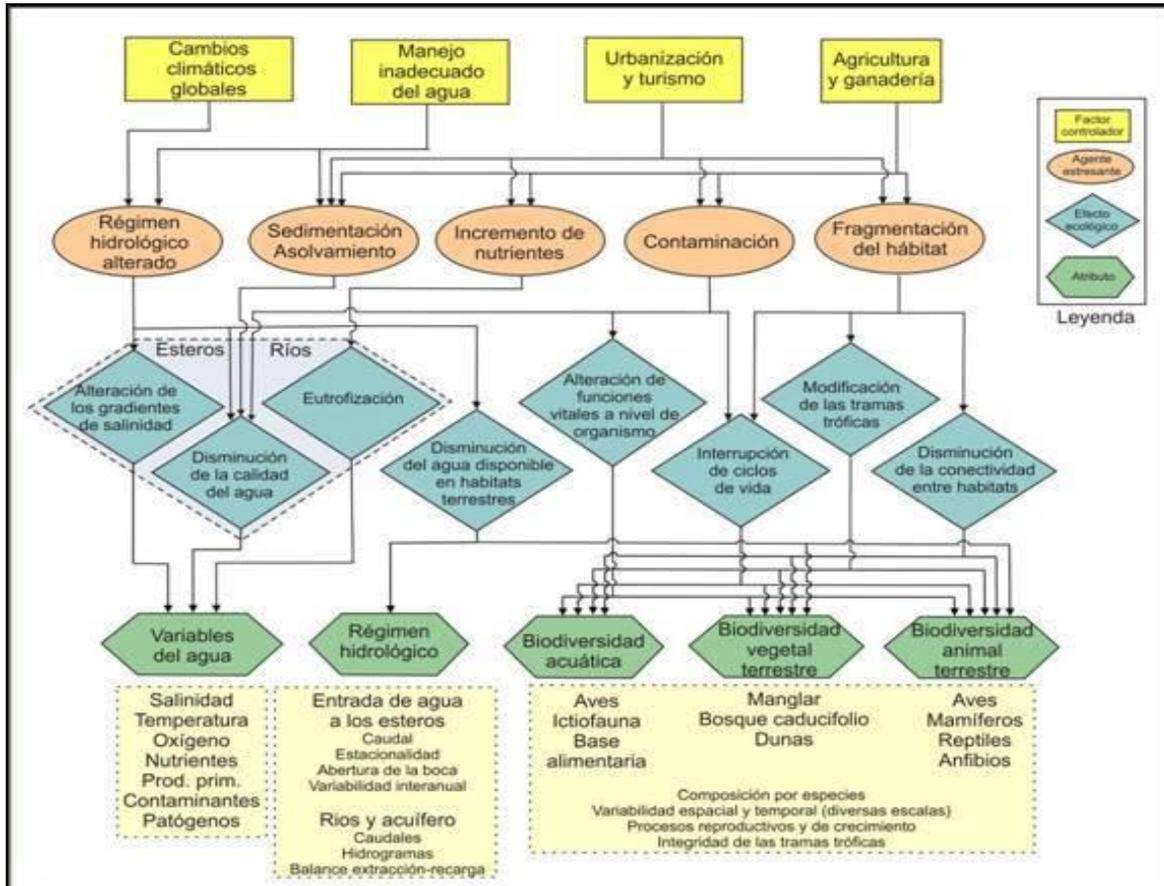


Figura IV.43. Modelo ecológico conceptual de un Sistema Ambiental. Esquema elaborado en base a Ogden, et al, 2005.

Factores controladores

Se consideran los siguientes factores fundamentales que actúan a gran escala sobre el sistema:

- i) Los cambios climáticos globales que han modificado el régimen de lluvias. Por otra parte, fenómenos a escala temporal de varios años influyen también en el clima local (fenómeno ENSO, “La Niña”, “El Niño”, frecuencia e intensidad de huracanes, entre otros).
- ii) La agricultura influyó en la deforestación del SA, generando varias fuentes de estrés (fragmentación de habitats, contaminación, incremento de nutrientes, sedimentación).
- iii) En incremento sostenido en el número de habitantes de los núcleos urbanos del SA, origina que la presión sobre la flora y fauna se incremente por la presión de la expansión de la frontera urbana y la demanda de servicios.

Agentes estresantes

Los factores mencionados anteriormente producen los siguientes agentes estresantes fundamentales que se enumeran a continuación:

- i) Régimen hidrológico alterado. Los cambios climáticos y la deforestación se combinan para modificar el régimen hidrológico (escurrimiento, evapotranspiración, retención del agua en la superficie del suelo, etc.)
- ii) Erosión del suelo. La deforestación y la agricultura incrementan la erosión del suelo junto con el factor natural de la fuerza eólica, generada por la conformación fisiográfica del SA y la influencia de las condiciones meteorológicas predominantes.
- iii) Incremento de nutrientes. El uso de fertilizantes en la agricultura y el arrastre incrementado por la deforestación aumenta los niveles de compuestos de nitrógeno y fósforo, alterando significativamente el balance de nutrientes sobre suelo natural.
- iv) Contaminación. Debido al uso no controlado y posiblemente excesivo de agroquímicos (insecticidas, herbicidas, etc.) y la utilización de detergentes y sustancias de otra índole en los núcleos de población dentro del SA.
- v) Alteración en la estructura del suelo. El área del SA presenta unidades edafológicas que pueden ser fácilmente alterables debido a su origen metamórfico de tipo sedimentario.
- vi) Fragmentación del hábitat. La eliminación de vegetación nativa por las actividades antropogénicas, crea una estructura en parches y corredores son severamente afectados por la agricultura y urbanización. En casos extremos, la desaparición de áreas de un hábitat determinado, acuático o terrestre, afecta de forma irreversible a algunas especies.

Efectos ecológicos

La modificación antropogénica de los componentes y procesos ecológicos, incluyendo propiedades muy importantes como la resiliencia, los servicios ambientales y la integridad de las tramas tróficas es compleja.

Para fines de un modelo simplificado, se han considerado los siguientes aspectos en los cuales es importante determinar la magnitud de los efectos ecológicos provocados por los agentes estresantes.

- i) Modificación de la calidad del agua. Las variables físicas y químicas son factores que influyen, generalmente en forma sinérgica, sobre los componentes biológicos y los procesos ecológicos y edafológicos. Importancia especial tiene la presencia de sustancias contaminantes que pueden afectar la fisiología de los organismos, repercutiendo en su supervivencia, tasas de crecimiento y éxito reproductivo; así como la modificación en la estructura de las unidades edafológicas.
- ii) Eutrofización. Este puede ser un proceso natural, que se ve acelerado por el incremento en la carga de nutrientes. Aunque aquí se le considera con toda razón un efecto ecológico, este proceso se puede ver también como un agente estresante que repercute de forma muy marcada en la calidad del agua, produciendo eventualmente zona anóxicas temporales o permanentes.

iii) Régimen de lluvia y viento sobre los hábitats terrestres. La capacidad de carga del ecosistema depende críticamente de la cantidad de agua dulce disponible y su dinámica temporal. Los cambios naturales en el volumen de agua pueden ser amplios y llevar al ecosistema a situaciones límites periódicamente. Si en estas condiciones actúan simultáneamente otros agentes estresantes, como es la fuerza del viento, se puede dar una situación de estrés permanente sobre los ecosistemas.

iv) Alteración de funciones vitales a nivel de organismo. Todo el ecosistema funciona si los individuos de las especies que lo integran pueden realizar normalmente sus funciones biológicas. La contaminación puede tener (y tiene con mucha frecuencia) efectos subletales que afectan los procesos de crecimiento y reproducción sin matar a los individuos, pero disminuyen la capacidad de autorrenovación de las poblaciones y comunidades.

v) Interrupción de ciclos de vida. Estos ciclos naturales sufren un impacto muy severo por la fragmentación del hábitat y la contaminación.

vi) Modificación de las tramas tróficas. Constituyen una característica definitoria de cualquier ecosistema. Para que se mantengan cerca de su estado natural es necesario garantizar la salud de varios componentes clave y analizar estos de forma integral, en sus interacciones del flujo de energía y el ciclo de materia.

vii) Disminución de la conectividad entre hábitats. La deforestación, agricultura, urbanización y desplante de infraestructura, producen fragmentación severa del hábitat y destruyen elementos esenciales de conectividad dentro del sistema terrestre. Es importante resaltar que se afecta de forma notable la resiliencia de todo el sistema y aumenta su vulnerabilidad ante nuevos impactos.

Atributos

Se analizan desde tres puntos de vista diferentes, pero complementarios:

i) El estado natural de los atributos: antes de las modificaciones producidas por la actividad directa del hombre o los cambios climáticos.

ii) El estado presente de esos atributos: la relevancia ecológica tiene que evaluarse por comparación con la situación natural que existía en el pasado.

iii) La evolución espacial y temporal de los valores de los atributos considerados: como consecuencia de intervenciones humanas significativas que se den en el futuro. Esto implica el seguimiento (monitoreo).

Se presenta el análisis de los atributos críticos que deben ser incluidos en una valoración del estado actual del SA y su capacidad para recibir un impacto adicional en el marco de un desarrollo sustentable.

En la presente evaluación, se han considerado cinco categorías principales de atributos o indicadores ecológicos para su análisis. Es importante insistir que si bien se analizan en forma individual, el análisis final los integra a partir del modelo conceptual ya descrito.

- i) Variables del agua. Es importante destacar que las mediciones deben ser hechas de manera que permitan identificar, de forma adecuada y periódica, los ejes principales de variabilidad espacial y temporal a diversas escalas:
- ⊕ Aporte de nutrientes y contaminantes (biológicos y fisicoquímicos): en momentos relevantes del día (hay mínimos y máximos críticos en función de la hora del día y la noche).
 - ⊕ En momentos relevantes de su ciclo anual (alternancia entre lluvia y estiaje).
 - ⊕ En la escala de series de tiempo (para poder aseverar que se está en presencia de valores anormales, es necesario confirmar que ello no responde a fluctuaciones naturales en la escala temporal superior al año).
- ii) Variables del suelo. Las mediciones deben ser hechas de manera que permitan identificar en forma adecuada los ejes principales de variabilidad espacial y temporal a diversas escalas:
- ⊕ Presencia de agentes que pueden disolver o fragmentar la estructura de las unidades edafológicas actuales debido a su origen fisicoquímico o biológico.
 - ⊕ Modificaciones a la estructura del suelo (perfiles y pendientes).
- iii) Biodiversidad del ecosistema terrestre. Se trata como un conjunto por razones metodológicas. Los indicadores principales son:
- ⊕ Composición por especies, su abundancia y distribución, incluye riqueza de especies y medidas de diversidad (p.e. Índice de Shannon).
 - ⊕ Variabilidad espacial y temporal (estacional e interanual) de la diversidad biológica y los procesos relevantes (reproducción, alimentación).
 - ⊕ Procesos reproductivos y de crecimiento en especie(s) clave o modelo (utilizadas como indicadores de alteración de procesos o por estar bajo algún estatus de protección especial).
 - ⊕ Integridad de las tramas tróficas. Tan importante como las especies clave o protegidas, es su alimento.
- iv) Biodiversidad de animales terrestre. Como indicadores a diferentes niveles de organización biológica deben considerarse las siguientes ramas de monitoreo:
- ⊕ Composición por especies, abundancia y distribución, incluye riqueza de especies y medidas de diversidad total (p.e. Índice de Shannon).
 - ⊕ Variabilidad espacial y temporal (estacional e interanual) de la diversidad biológica y los procesos relevantes (reproducción, alimentación).
 - ⊕ Procesos reproductivos y de crecimiento en especies clave o protegidas (utilizadas como indicadores de alteración de procesos).
 - ⊕ Integridad de las tramas tróficas. Tan importante como los elementos bióticos de un ecosistema es su alimento.
 - ⊕ Conservación de los corredores biológicos. Un corredor biológico es un espacio geográfico limitado que constituye un pasaje continuo entre paisajes, ecosistemas y hábitats naturales o modificados, que asegura el mantenimiento de la diversidad biológica y los procesos ecológicos y evolutivos, mediante la facilitación, tanto de la migración, como de la dispersión de especies de flora y fauna, asegurando de esta manera la conservación de las mismas, a largo plazo.
- Los atributos identificados anteriormente deben constituir la base para un Programa de monitoreo ambiental que se pueda producir como consecuencia de un incremento en las actividades humanas.

DETERMINACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN INSTANTÁNEO DEL ECOSISTEMA

La evaluación sobre el estado de conservación instantánea evolucionó a partir de una metodología anterior, propuesta por Dinerstein (1995), en la que se evaluaba por separado el potencial de conservación y el estado de amenaza de las eco-regiones.

La metodología menciona que cuando se tienen disponibles bases de datos digitales y la tecnología de los Sistemas de Información Geográfico, se pueden medir con precisión los parámetros utilizados en la evaluación del estado de conservación.

Criterios Utilizados

Debido a que la pérdida de biodiversidad y la alteración de los procesos ecológicos (tanto la presente como la proyectada), son difíciles de medir directamente, dependiendo cada vez más de parámetros a nivel de paisaje como indicadores. Se puede emplear datos tales como el porcentaje de hábitat original perdido, la presencia de bloques grandes de hábitat original intacto, el grado de fragmentación y degradación del hábitat, las tasas de conversión y el grado de protección, entre otros.

Las variables ayudan en la predicción de:

- (a) La habilidad de un ecosistema para mantener los procesos ecológicos (por ejemplo, dinámica de poblaciones de predadores y presas, variando dentro de límites naturales, polinizando y dispersión de semillas, ciclos de nutrientes, migración, dispersión y flujo genético); y
- (b) Los componentes de la biodiversidad (por ejemplo), predadores superiores u otras especies clave o con bajo estatus de protección, que influyen en la cantidad y tipo de biodiversidad que persistirá a largo plazo.

Método de determinación del estado de conservación instantáneo

El índice del estado de conservación se indica en un intervalo de puntos que va desde 0 hasta 100, donde los valores más grandes indican niveles altos de peligro.

Los parámetros del nivel de paisaje considerados, de mayor importancia para la determinación del índice del estado de conservación instantáneo, son:

- ⊕ Pérdida total de hábitat.
- ⊕ Bloques hábitat.
- ⊕ Fragmentación del hábitat.
- ⊕ Conversión del hábitat.
- ⊕ Grado de protección.

La determinación de la importancia relativa de los diferentes parámetros se muestra en la siguiente tabla.

Tabla IV.64. Parámetros para la determinación del índice de conservación.

Importancia	Parámetro
40%	Pérdida total de hábitat
20%	Bloques de hábitat
20%	Fragmentación de hábitat
10%	Conversión del hábitat
10%	Grado de Protección

Una vez calculados los puntos umbrales para las diferentes categorías de los estados de conservación, se clasifican de acuerdo con la evaluación de la siguiente tabla:

Tabla IV.65. Jerarquización del estado de conservación de los ecosistemas.

Puntos	Estado de Conservación
0-6	Relativamente intacto
7-36	Relativamente estable
37-64	Vulnerable
65-88	En peligro
89-100	Crítico

A continuación, se describen los criterios de evaluación:

1. Pérdida total del hábitat

La pérdida de hábitat ha sido reconocida por mucho tiempo como uno de los principales factores que contribuyen a la reducción y pérdida de poblaciones terrestres, especies, y ecosistemas. Este criterio enfatiza la rápida pérdida de especies esperada en los ecosistemas cuando el área total de hábitat remanente cae por debajo de niveles críticos mínimos. A pesar de que no hay un acuerdo acerca de los mecanismos o umbrales precisos que determinan la pérdida de especies en diferentes ecosistemas, estudios empíricos y teóricos indican que existe una correlación general entre la pérdida de hábitat y la pérdida de especies.

La pérdida de hábitat reduce la biodiversidad debido a:

- 1) La eliminación de especies o comunidades que están limitadas a determinadas localidades geográficas.
- 2) La disminución del área original de hábitat por debajo del tamaño mínimo para mantener la dinámica ecológica crítica a gran escala a nivel de ecosistemas.
- 3) La degradación y fragmentación de hábitat remanente que se hace tan pequeño o aislado que los fragmentos individuales o su conjunto, pierden la habilidad de mantener poblaciones viables o procesos ecológicos importantes.

Los efectos número dos y tres de la pérdida de hábitat se reflejan en gran parte en los criterios discutidos en las secciones de bloques de hábitat y fragmentación del hábitat que se presentan más adelante. La pérdida total de hábitat, medida a una escala eco-regional, refleja todas estas consecuencias, pero subvalora la primera y segunda. Asimismo, es especialmente importante la pérdida de especies causada por la eliminación o interrupción de hábitats.

Tabla IV.66. Clasificación de la pérdida total del hábitat.

Puntos	Estado de Conservación
0-6	Relativamente intacto
7-36	Relativamente estable
37-64	Vulnerable
65-88	En peligro
89-100	Crítico

2. Bloques de Hábitat

Un parámetro crítico para una evaluación del estado de conservación es el número y tamaño de bloques contiguos de hábitat. La dinámica de poblaciones y ecosistemas, tienen requerimientos específicos de área mínima para poder funcionar naturalmente. Por lo tanto, los bloques de hábitat deben ser lo suficientemente grandes para poder mantener dicha dinámica en funcionamiento. Grandes bloques de hábitat mantienen poblaciones de especies más grandes y viables; además, permiten la persistencia de una gama mayor de especies y dinámica ecosistémica. El cubrimiento geográfico de varios bloques grandes, también conserva una gama mayor de hábitats, gradientes ambientales y especies. Un ecosistema insular suele ser un único bloque en función del tamaño del territorio, su topografía y relieve.

El número de bloques grandes de hábitat presente en las diferentes categorías de tamaño, es un componente de este criterio. La teoría de la redundancia sugiere que la presencia de tres o más ejemplos de un ecosistema incrementa significativamente la probabilidad de que éste persista a largo plazo. Factores tales como el fuego, enfermedades, polución, deforestación, o degradación, pueden eliminar las especies o hábitats naturales dentro de los bloques. La presencia de varios bloques con comunidades similares permite la recolonización y persistencia de especies y tipos de hábitat particulares. En eco-región caracterizado por un alto grado de diversidad beta (renovación de especies a lo largo de gradientes ambientales), es especialmente importante la presencia de múltiples bloques de hábitat que se encuentran bien distribuidos a lo largo del paisaje para conservar especies y hábitats.

El umbral de tamaño para mantener bloques viables de hábitat se ajusta ampliamente a la escala que es importante para la dinámica de los ecosistemas. Para evitar conclusiones desorientadoras al aplicar umbrales de tamaño continental a eco-regiones de islas (o ecosistemas continentales muy pequeños o sistemas naturalmente dispersos), se empleó para cada categoría de tamaño de eco-región un grupo diferente de tamaño de umbral.

Tabla IV.67. Análisis de bloques de hábitats.

Puntos	Rangos
2	> 500
5	> 250
10	≥ 3 bloques > 100
15	> 100
20	Ninguno > 100

3. Fragmentación del Hábitat

La persistencia de poblaciones de tamaño pequeño, constituye una amenaza importante para la conservación de especies terrestres. La fragmentación de hábitat coloca en peligro demográfico a muchas especies que presentan bajas densidades poblacionales (Berger 1990; Laurance 1991; Newmark 1991; Wilcove et al. 1986; en Dinerstein, 1995). Un porcentaje relativamente grande del área intacta de los ecosistemas fragmentados se encuentra bajo presión de cacería, fuegos causados por la acción humana en sus alrededores, cambios microclima y la invasión de especies exóticas (Lovejoy 1980; Saunders et al. 1991; Skole y Tucker 1993; en Dinerstein, 1995).

A medida que la fragmentación aumenta, la cantidad de área de hábitat central crítico disminuye. Fragmentos inferiores a los 100 km² no son adecuados para mantener poblaciones viables de la mayoría de vertebrados grandes. Algunas especies de aves, árboles y mariposas, que se encuentran típicamente en densidades muy bajas o que tienen distribuciones en parches, también pueden perderse si se encuentran en fragmentos pequeños.

Tabla IV.68. Grado de fragmentación del hábitat.

Puntos	Grado de fragmentación
0	Relativamente contiguo: alta conectividad; baja fragmentación; la dispersión a grandes distancias es aún posible a los largo de gradientes altitudinales y climáticos.
5	Bajo: la conectividad es más alta; más de la mitad de todos los fragmentos se agrupan en cierto grado (es decir, hay cierto grado de interacción con otros bloques de hábitats intacto)
12	Medio: la conectividad es intermedia; los fragmentos están algo agrupados; el paisaje intervenido permite la dispersión de muchos taxa a través de algunas partes de la ecorregión.
16	Avanzado: baja conectividad; fragmentos más grandes que en la categoría Alta; los fragmentos están muy aislados; el paisaje intervenido imposibilita la dispersión de la mayoría de los taxa.
20	Alto. La mayoría de los fragmentos son pequeños y/o no circulares; poco hábitat central debido al efecto de borde (por ejemplo, se considera una extensión de 0.75-1.0 km para efectos de borde físicos y de 40 km para presiones de cacería); la mayoría de los fragmentos individuales y de los grupos de fragmentos están muy aislados; el paisaje intervenido imposibilita la dispersión de la mayoría de los taxa.

4. Conversión del Hábitat

Las tasas de conversión son estimadores menos poderosos del estado de conservación que las características del paisaje a gran escala, debido a que:

- Los efectos ecológicos asociados con las tasas de conversión varían considerablemente, dependiendo del tamaño original de la eco-región, la cantidad de hábitat remanente, y el momento en que fueron estimadas las tasas y los patrones espaciales de conversión;
- La gran incertidumbre asociada con la estimación de las tasas de conversión actuales (Whitmore y Sayer 1992 en Dinerstein, 1995).
- La sensibilidad de las tasas de conversión a cambios relativamente pequeños en el comportamiento humano.
- La pérdida real de hábitat asociada con estimaciones recientes de conversión del hábitat -aún para tasas altas- es típicamente pequeña en relación con la gran alteración del paisaje durante los últimos siglos, que se reflejan mejor en los tres primeros criterios.

Sin embargo, las tasas de conversión recientes, proporciona alguna información acerca de las trayectorias de pérdida de hábitat y fragmentación a corto plazo y son utilizadas para mejorar la

precisión de las evaluaciones del estado de conservación y no para estimar las amenazas a largo plazo.

El análisis final del estado de conservación, hace una proyección de las tendencias de pérdida de hábitat, fragmentación y tamaño de los parches a futuro y considera eventos propuestos o que se prevén (por ejemplo, proyectos de expansión urbana, turística, vialidades, canales, desplante de infraestructura de apoyo, etc).

Tabla IV.69. Conversión anual.

Puntos	Conversión anual
0	< 0.5 %
6	0.5 - 2.0 %
8	2.1 – 3 %
9	3.1 – 4 %
10	> 4 %

5. Grado de Protección

Evalúa que tan bien los humanos han conservado bloques de hábitat intacto suficientemente grandes. En este criterio se enfatizan áreas protegidas, manejadas principalmente para la conservación de la biodiversidad o que de cualquier manera protegen efectivamente hábitats intactos.

Las áreas protegidas no son utilizadas como los principales indicadores del estado de conservación de una eco-región porque (a) la distribución de áreas protegidas no refleja necesariamente la extensión y la configuración del hábitat original que aún existe o la integridad de los ecosistemas en todo el paisaje, (b) muchas áreas protegidas contienen hábitats que no serían considerados intactos; y (c) la mayoría de áreas protegidas son actualmente tan escasas y pequeñas, que no pueden incluir efectivamente ecosistemas completos y solamente serán efectivas si el paisaje que las rodea es manejado adecuadamente para la conservación de la biodiversidad.

En el análisis de amenazas (con miras al estado de conservación final), se podría enfatizar una falta de áreas formalmente protegidas, en lugar de considerar su presencia como un predictor del estado de conservación instantáneo.

En un análisis completo de áreas protegidas se deben considerar varios aspectos importantes:

- ⊕ El grado en que se preservan adecuadamente bloques grandes de hábitat dentro de un sistema de áreas protegidas.
- ⊕ El nivel de redundancia de áreas protegidas necesario para ayudar a garantizar la persistencia a largo plazo de los tipos de hábitat, las comunidades, las especies en peligro, o los hábitats críticos para especies o procesos ecológicos.
- ⊕ El grado en que se encuentran contenidos en un sistema de áreas protegidas: los tipos de hábitat representativos, las comunidades, los gradientes ecológicos, las especies en peligro, los hábitats críticos para especies residentes o migratorias, o los procesos ecológicos.
- ⊕ El grado de conectividad entre reservas para la dispersión de especies y la continuidad de los procesos ecológicos de gran escala.
- ⊕ La efectividad en el manejo de áreas protegidas y la habilidad de aquellos a cargo de su manejo para defenderlas, basándose en la configuración de sus paisajes.

Las dos primeras consideraciones se abordaron en el criterio del grado de protección que se utiliza aquí, mientras que las tres últimas se consideraron en un análisis más detallado a nivel intra eco-regional.

Tabla IV.70. Análisis del grado de Protección.

Puntos	Conversión anual
1	> 50% del área total.
4	40-50 % del área total.
6	20-40 % del área total.
8	1-20 % del área total.
10	No existen áreas protegidas.

Los valores de porcentajes se refieren a la porción de hábitat remanente intacto que está incorporado dentro de un sistema de áreas protegidas.

RESULTADOS DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN INSTANTÁNEO

En la siguiente tabla se aplican los criterios técnicos anteriormente descritos.

Tabla IV.71. Estado de conservación instantáneo.

Criterios Técnicos	Importancia	Descripción	Puntuación	Descripción	Puntos
1. Pérdida Total del Hábitat.	40	Relativamente intacto	0 a 6		
		Relativamente estable	7 a 36		
		Vulnerable	37 a 64		
		En peligro	65 a 88		
		Crítico	89 a 100	No presenta vegetación natural	100
2. Bloques de Hábitat.	20	> 500	2		
		> 250	5		
		≥ 3 bloques > 100	10		
		> 100	15		
		Ninguno > 100	20	No presenta bloques de hábitat al carecer de vegetación.	20
3. Fragmentación del Hábitat	20	Relativamente contiguo: alta conectividad; baja fragmentación.	0		
		Bajo: la conectividad es más alta.	5		
		Medio: los fragmentos están algo agrupados.	12		
		Avanzado: los fragmentos más grandes que en la categoría Alta.	16		
		Alto. La mayoría de los fragmentos son pequeños y/o no circulares.	20	No hay fragmentación, ya que no se presenta vegetación natural en ambos lados de los camellones.	20
4. Conversión del Hábitat.	10	< 0.5 %	0		
		0.5 A 2.0 %	6		
		2.1 – 3 %	8		
		3.1 – 4 %	9		
		> 4 %	10	El Proyecto se localizará dentro de un núcleo de población, por lo que el hábitat se encuentra perturbado actualmente.	10
5. Grado de Protección.	10	> 50% del área total.	1		
		40-50 % del área total.	4		
		20-40 % del área total.	6		
		1-20 % del área total.	8		
		No existen áreas.	10	No se presentan áreas protegidas o con vegetación natural.	10
	100				
TOTAL					160

Una vez calculados los puntos umbrales para las diferentes categorías, en la siguiente tabla se muestra la jerarquización del estado de conservación.

Tabla IV.72. Jerarquización del estado de conservación de los ecosistemas.

Puntos	Estado de Conservación
0-6	Relativamente intacto
7-36	Relativamente Estable
37-64	Vulnerable
65-88	En peligro
89-100 y mas	Crítico

Con base en lo anterior, se considera un Estado actual de conservación del ecosistema **Crítico** en el sitio del proyecto, esto se debe a que se encuentra ubicado en una zona desprovista de vegetación natural con presencia de especies de vegetación indicadoras de perturbación y con escasa presencia de fauna. Por lo que el proyecto no pone en riesgo algún ecosistema o especies protegidas.

CAPÍTULO V
IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

ÍNDICE

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	1
V.1. Identificación de impactos	1
V.1.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales	2
V.2. Caracterización de los impactos	2
V.2.1. Indicadores de impacto	2
V.2.2. Lista de indicadores de impacto	3
V.2.3 Identificación de impactos	4
V.3. Valoración de los impactos	18

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla V. 1 Actividades del proyecto en las etapas de Preparación del Sitio, Construcción y Operación y Mantenimiento	4
Tabla V. 2 Descripción de las actividades a ejecutar durante el desarrollo del proyecto y sus posibles impactos sobre el ambiente	6
Tabla V. 3 Factores y atributos del medio natural	15
Tabla V. 4 Matriz de Leopold de Identificación de impactos	16
Tabla V. 5 Interacción Proyecto-Ambiente identificados en la Matriz de Leopold	17
Tabla V. 6 Códigos asignados a los atributos ambientales y socioeconómicos para obtener el índice de incidencia	18
Tabla V. 7 Categorías de evaluación de impactos	21
Tabla V. 8 Calificación y obtención de jerarquización de impactos ambientales y socioeconómicos en la etapa de Preparación del Sitio	22
Tabla V. 9 Calificación y obtención de jerarquización de impactos ambientales y socioeconómicos en la etapa de Construcción.	28
Tabla V. 10 Calificación y obtención de jerarquización de impactos ambientales y socioeconómicos en la etapa de Operación y Mantenimiento	33
Tabla V. 11 Calificación y obtención de jerarquización de impactos ambientales y socioeconómicos en la etapa de Abandono del sitio	34
Tabla V. 12 Resumen de Identificación y evaluación de impactos ambientales	37
Tabla V. 13 Listado de especies presentes los cuerpos Izquierdo y Derecho	39
Tabla V. 14 Lista de especies identificadas en los Transectos dentro del Predio	42
Tabla V. 15 Lista de especies identificadas en los Transectos fuera del Predio	42

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura V. 1 Interacciones Proyecto-Ambiente identificados por etapas del Proyecto	17
Figura V. 2 Gráfica de impactos ambientales por etapa del proyecto	38

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

V.1. Identificación de impactos

Cualquier evaluación de impactos ambientales debe describir la acción generada, predecir la naturaleza y magnitud de los efectos ambientales en función de la caracterización del sistema ambiental, interpretar los resultados y, finalmente establecer las medidas para prevenir y/o compensar los efectos negativos en el mismo, con base en los resultados obtenidos en la evaluación. A continuación, se describen las etapas bajo las cuales se realizó el análisis Proyecto-Ambiente, para la identificación y evaluación de los impactos ambientales.

Como primera etapa en la identificación de impactos ambientales, se conformó un equipo de evaluación multidisciplinario integrado por expertos que analizaran las características de los recursos naturales y su potencial afectación de acuerdo con las características del Proyecto.

Mediante la elaboración de una lista de referencia donde se indican los posibles componentes ambientales, en relación con las acciones (actividades y obras) que se pretenden realizar durante toda la ejecución del Proyecto, el equipo multidisciplinario realiza una primera evaluación de los posibles impactos a generados y la magnitud de los mismos, basándose en su experiencia.

La importancia de lo anterior es que, la lista de verificación elaborada servirá de base o insumo para aplicar otros métodos que provean de una justificación técnica al análisis y evaluación de impactos que se describen más adelante.

Se procedió a la identificación de los impactos, mediante el desarrollo de una matriz de interacciones Proyecto-Ambiente, basada en el modelo de Leopold (1971), que está en función de las actividades del Proyecto en sus diferentes etapas tales como: preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, y abandono del sitio (potencialmente propiciadoras de impactos al ambiente) y de factores ambientales (que pueden recibir el efecto de los impactos de los componentes del Proyecto).

En esta etapa se llega a un nivel prospectivo que inició a partir del conocimiento de la estructura y del funcionamiento del sistema ambiental, para concluir con la determinación de las interacciones (impactos) entre las actividades del Proyecto y los componentes del ambiente.

Posteriormente, en una tercera etapa se realizó la evaluación o valoración de los impactos, en la cual el valor de cada impacto depende de la cantidad y calidad del factor afectado, de la importancia o contribución de éste a la variación de la calidad del ambiente, del grado de incidencia de la afectación y de las características del efecto expresadas en los atributos que pudieran describirlos.

Con base en lo anterior, la valoración de cada impacto integra un trabajo cuantitativo que determinará su valor. La metodología concluye en esta fase, con la determinación del nivel global de cada impacto, y considerando el factor de frecuencia se obtiene finalmente el listado de impactos significativos.

V.1.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

Tomando en consideración la recopilación, análisis y evaluación de la información disponible para el desarrollo del proyecto, presentada ampliamente en los **capítulos II** (Descripción del proyecto), **III** (Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y, en su caso, con la regulación del uso de suelo) y **IV** (Descripción del sistema ambiental y señalamiento de la problemática ambiental detectada en el área del estudio del proyecto), se estima que las técnicas idóneas para la identificación y evaluación de impacto ambiental, corresponden a las Metodologías de Matriz de Leopold y Evaluación de Gómez-Orea.

A continuación se mencionan las metodologías seleccionadas para la identificación y evaluación de los posibles impactos que se presentarán durante la ejecución del proyecto.

- **Matriz de relación causa efecto para la identificación de Impactos Ambientales.** La identificación de los impactos, se realizó mediante la **Matriz de Leopold** (1971). Esta matriz está conformada por cuadros de doble entrada, en una de las cuales se disponen las acciones del proyecto, causa de impacto, y en la otra los elementos o factores ambientales relevantes receptores de los efectos. En la matriz se señalan las casillas donde se puede producir una interacción, las cuales identifican impactos potenciales, cuya significación se evaluará posteriormente.
- **Evaluación de Impactos Ambientales.** Se empleará la técnica de **Gómez Orea** (1999), donde una vez identificados los impactos, estos se evalúan mediante su valoración, de forma cuantitativa, jerarquizándolos.

V.2. Caracterización de los impactos

V.2.1. Indicadores de impacto

En este rubro se definen los criterios para seleccionar la lista de indicadores de impacto. En este sentido, los indicadores seleccionados tomados de la Guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental del sector eléctrico, modalidad particular, contarán con las siguientes características:

- **Representatividad:** se refiere al grado de información que posee un indicador respecto al impacto global de la obra.
- **Relevancia:** la información que aporta es significativa sobre la magnitud e importancia del impacto.
- **Excluyente:** no existe una superposición entre los distintos indicadores.
- **Cuantificable:** medible siempre que sea posible en términos cuantitativos.
- **Fácil identificación:** definido conceptualmente de modo claro y conciso.

A continuación, se presentan los principales factores ambientales y socioeconómicos sobre los que recaerán los impactos positivos y negativos, que pueden provocar algún desequilibrio ecológico o sobre el factor socioeconómico, al momento de desarrollarse el proyecto.

V.2.2. Lista de indicadores de impacto

La relación de indicadores, desglosada según los distintos componentes del ambiente y que se ofrece a continuación, será útil para las distintas fases del proyecto. Posteriormente se determinarán los indicadores particulares para el proyecto.

Calidad del aire:

- Emisiones de gases contaminantes a la atmósfera.
- Partículas suspendidas.

Ruido y vibraciones:

- Efectos de niveles de ruido superiores a la NOM-081-STPS-1994 sobre el personal.

Hidrología superficial y/o subterránea:

Cambios en la calidad del agua.

- Descarga de aguas residuales (sanitarias) provenientes de los servicios de los trabajadores.

Suelo:

- Calidad del suelo.
- Capa superficial del suelo.

Vegetación terrestre:

- Composición de poblaciones vegetales terrestres.
- Especies protegidas y/o endémicas.
- Riesgo de incendio.

Fauna terrestre:

- Desplazamiento de fauna silvestre.
- Cambios en la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre.
- Especies de fauna silvestre con estatus de conservación y/o endémicas.

Paisaje:

- Intervisibilidad de la infraestructura y obras anexas.

Socioeconómicos:

- Generación de empleos temporales y permanentes.
- Demanda y tipo de servicios de parte de los trabajadores incorporados a cada una de las etapas del proyecto.
- Incremento en la actividad comercial de las comunidades vecinas como consecuencia del desarrollo del proyecto.
- Incremento del ingreso económico en la región, debido a la remuneración de los trabajadores, reflejándose en un repunte de la economía regional.
- Activación de la economía local. Requerimiento de servicios para el traslado de personal, materiales e insumos, permitiendo un efecto sobre la economía local.
- Flujo vehicular.

Cabe destacar que los indicadores antes descritos se utilizarán posteriormente en la metodología para la identificación de impactos ambientales.

V.2.3 Identificación de impactos

A continuación se describe la aplicación de Matriz de Leopold para la identificación de impacto.

- **Matriz de Identificación de Impactos Ambientales.** La identificación y evaluación de los impactos, se realizó mediante la **Matriz de Leopold** (1971). Esta matriz relaciona mediante un cuadro de doble entrada los componentes ambientales y socioeconómicos (en el eje horizontal) con las actividades por etapa del proyecto (eje vertical), todos ellos seleccionados de la lista de indicadores de impacto.

Para poder identificar en que actividades u obras podrían presentarse los impactos ambientales listados en la Tabla V.1, se utilizó una Matriz de Interacciones o de Causa-Efecto Proyecto-Ambiente (matriz de Leopold), este método permite relacionar una actividad del Proyecto con un componente ambiental y de esta forma representar de forma visual sus interacciones y poder determinar donde podría presentarse alguno de los impactos identificados. La matriz incluye en sus columnas las actividades contempladas para las diferentes etapas de desarrollo (preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, y abandono del sitio), y las filas las conformarán los elementos ambientales que pueden tener interacción con dichas actividades Tabla V.3.

Una vez elaborada la Matriz, se procedió a marcar las interacciones entre las acciones del Proyecto y los elementos del ambiente, los resultados obtenidos se muestran en la Tabla V.4; de acuerdo con lo anterior, las etapas del Proyecto que presentan mayor cantidad de interacciones o impactos son la preparación del sitio y construcción.

Una particularidad adicional en la elaboración del estudio, y que se considera fundamental en la aplicación de las metodologías, es que, a pesar de la extensión que ocupará, se puede afirmar que las actividades para el Proyecto, relacionadas con las etapas de Preparación del Sitio, Construcción, Operación y mantenimiento y Abandono del sitio, consisten básicamente en las listas de actividades por etapa, presentadas en la tabla V.1. Asimismo, en la tabla V.2 se realiza la descripción de cada actividad.

Tabla V. 1 Actividades del proyecto en las etapas de Preparación del Sitio, Construcción y Operación y Mantenimiento.

ETAPAS	ACTIVIDADES DEL PROYECTO
PREPARACIÓN DEL SITIO	Desmante, despalme y limpieza del sitio de obra.
	Excavaciones para cimentaciones
	Uso de maquinaria y equipo.
	Consumo de insumos.
	Transporte de maquinaria, materiales, insumos (materiales, combustibles, lubricantes y domésticos) y personal.
	Manejo de residuos sólidos.
	Manejo de residuos líquidos.
	Manejo de residuos peligrosos.

ETAPAS	ACTIVIDADES DEL PROYECTO
	Contratación de mano de obra.
CONSTRUCCIÓN	Señalamientos preventivo y de seguridad
	Demoliciones y Desmantelamiento
	Infraestructura o Cimentación Profunda (Pilas).
	Retiro del material producto de la Excavación.
	Plantilla de Concreto Armado.
	Descabece de Pila.
	Montaje de Zapata-Columna.
	Colado de conexión de Pilas con Zapata-Columna.
	Cabezal.
	Conexión Columna-Cabezal.
	Construcción de los bancos de apoyo.
	Trabes prefabricadas
	Montaje de Trabes.
	Conexión Cabezal - Trabe.
	Tope sísmico.
	Parapetos de concreto.
	Instalación Pluvial sobre puente.
	Firme Estructural.
	Carpeta Asfáltica.
	Instalación de Complementos y Terminación de Obra
	Uso de maquinaria y equipo.
	Consumo de insumos
	Transporte de maquinaria, materiales e insumos (materiales, combustibles, lubricantes y domésticos) y materiales.
Manejo de residuos sólidos.	
Manejo de residuos líquidos.	
Manejo de residuos peligrosos.	
Contratación de mano de obra.	
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Operación del Viaducto Elevado Tepalcapa – CEM.
	Mantenimiento del VET-CEM.
	Contratación de mano de obra.
ABANDONO DEL SITIO	Desmante de estructuras.
	Uso de maquinaria y equipo.
	Transporte de maquinaria, materiales e insumos (materiales, combustibles, lubricantes y domésticos) y materiales demolición y desmante de estructuras.
	Manejo de residuos sólidos.
	Manejo de residuos líquidos.
	Manejo de residuos peligrosos.
	Contratación de mano de obra.

Tabla V. 2 Descripción de las actividades a ejecutar durante el desarrollo del proyecto y sus posibles impactos sobre el ambiente.

ETAPAS	ACTIVIDADES DEL PROYECTO	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD Y POSIBLE IMPACTO
PREPARACIÓN DEL SITIO	Desmante, despalme y limpieza del sitio de obra.	Desmante.- Tradicionalmente es considerado como el retiro de la vegetación de un sitio determinado mediante la tala (corte de árboles y arbustos) y roza (corte de maleza, hierba y zacate), otros autores agregan a estas actividades el desenraice (sacar troncos con raíces) y la limpieza (retiro y disposición de la vegetación muerta). Consistirá en remover la vegetación existente en las áreas donde se construirá la Conexión VET-CEM del tramo ubicado sobre la Autopista México – Querétaro, del Km. 21+045.000 al Km 23+545.000, dentro de los límites del Municipio de Cuautitlán Izcalli en el Estado de México. Las superficie a desmontar se dividen en dos cuerpos: Cuerpo Derecho con 13,202 m ² y, Cuerpo Izquierdo con 13,359 m ² . Para un total de 26,561.0 m ² . Para esto, se empleará la maquinaria adecuada al tipo de vegetación y del suelo prevaleciente en la zona del proyecto, tales como: cargador sobre orugas, motoniveladora y excavadora sobre orugas. Posteriormente se llevará a cabo la limpieza del sitio, dejándose libre de obstáculos que pudieran afectar la instalación de estructuras.
	Excavaciones para cimentaciones	Se realizará la excavación para colocar los pilotes con equipo mecánico, en una sola etapa y con la geometría de proyecto hasta la profundidad de desplante, conforme a lo indicado en la especificaciones de mecánica de suelos, considerando un sobrecancho de 50 cm, para los trabajos de fabricación de la zapata y el desplante de la plantilla. La excavación se llevará a cabo fuera del Circuito Exterior Mexiquense y sin afectar el Vertedero Poniente.
	Uso de maquinaria y equipo.	Uso de maquinaria y equipos para las actividades de desmante y limpieza de los predios para la construcción del Viaducto elevado.
	Consumo de insumos.	Compra de insumos en las localidades cercanas.
	Transporte de maquinaria, materiales, insumos (materiales, combustibles, lubricantes y domésticos) y personal.	Transporte de herramientas manuales, equipos, materiales, personal e insumos hasta los sitios donde se construirán las estructuras. La compra de insumos consistirá en materiales, combustibles y lubricantes así como domésticos.
	Manejo de residuos sólidos.	Durante esta etapa se generarán residuos sólidos derivados de la preparación del sitio, resultado principalmente de la eliminación de la vegetación natural y de las actividades propias de los trabajadores.
	Manejo de residuos líquidos.	Durante esta etapa se generarán residuos líquidos derivados de los servicios sanitarios de los trabajadores.
	Manejo de residuos peligrosos.	Durante esta etapa se pueden genera residuos peligrosos tales como aceites gastados o derrame de combustible. Con posible contaminación del suelo.

ETAPAS	ACTIVIDADES DEL PROYECTO	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD Y POSIBLE IMPACTO
	Contratación de mano de obra.	Se requerirá de mano de obra calificada y no calificada, de manera temporal.
CONSTRUCCIÓN	Señalamientos preventivo y de seguridad	Se instalarán dispositivos de seguridad de manera provisional, de acuerdo a las normas establecidas, para protección de la obra y garantizar la integridad de las personas, durante la ejecución de los trabajos; debiendo instalar estos dispositivos antes de iniciar los trabajos de construcción del viaducto y deberán permanecer hasta finalizar los mismos. En todo momento se contará con la iluminación adecuada y se tendrán de ser necesario cuadrillas viales, para apoyo y desvío de tránsito vehicular y peatonal, contando el personal con todo el equipo de seguridad como es el casco, chaleco, guantes, botas, etc.
	Demoliciones y Desmantelamiento	Estos trabajos se harán una vez conciliado y liberado el espacio, demoliendo y desmantelando todo aquello que interfiera o afecte la construcción del viaducto, como: guarniciones, banquetas, pavimentos, mampostería, muros, postes de alumbrado y señalamientos. Retirando al momento el material producto de la demolición y poniendo a resguardo lo desmantelado según se indique.

ETAPAS	ACTIVIDADES DEL PROYECTO	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD Y POSIBLE IMPACTO
	Infraestructura o Cimentación Profunda (Pilas).	<p>Está solucionado a base de una cimentación profunda, por medio de pilas coladas en sitio y se desplantara hasta encontrar el estrato resistente de acuerdo a lo indicado en el estudios de mecánica de suelos, a una profundidad promedio de 25-30 m, dependiendo en gran medida de la zona geotécnica donde se ubique y de las descarga de la estructura.</p> <p>Cada apoyo consta de una serie de pilas y estos elementos serán de concreto reforzado, con una sección circular y para la construcción de estas pilas, se utilizara una perforadora hidráulica, con sus herramientas de corte, empleando la más idónea para el tipo de terreno, pudiendo ser normalmente una broca helicoidal, barriles con dientes de Tungsteno, en el cual se instala en el barretón de la perforadora y se plomeara antes de iniciar los trabajos de perforación; una vez plomeado se procede a perforar en el punto donde se localiza la pila, hasta la profundidad de desplante solicitado en proyecto.</p> <p>Durante el proceso de perforación, será necesario retirar fuera de la obra el material producto de la excavación, manteniendo el área libre para las siguientes actividades.</p> <p>Una vez terminado el barreno se procede a la colocación del acero de refuerzo de la pila, previamente habilitado y armado, procurando colocar las silletas adecuadas, para cumplir con el recubrimiento especificado, una vez instalado y alineado el acero de la pila, se introducirá el tubo Tremie, hasta la profundidad del barreno, con la finalidad de evitar la segregación del concreto durante el proceso de vaciado, por lo que se procederá a colocar para ello un balón o pelota en la tolva, antes de iniciar el vaciado del concreto y se realizara ajustes en el tubo Tremie durante el avance del colado, de tal forma que siempre se garantice su embebido en el concreto. El concreto será premezclado y de la resistencia marcado en proyecto, con un revenimiento de 18 cm con una tolerancia de ± 3 cm y un agregado máximo de 20 mm. Durante el avance del vaciado del concreto, se procederá simultáneamente a la extracción de lodos, provocado por la diferencia de densidades y los medios de extracción serán los adecuados para su depósito y retiro fuera de la obra.</p>
	Retiro del material producto de la Excavación.	Se procederá a nivelar el fondo de la excavación y se le dará una compactación, con la humedad optima como lo marca las especificaciones de mecánica de suelos, posteriormente se continua con el armado y colado de la plantilla de concreto armado, colocando una "Placa Base" al centro de la misma, cuidando que este bien nivelado, para recibir el perno nivelador de la subestructura.

ETAPAS	ACTIVIDADES DEL PROYECTO	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD Y POSIBLE IMPACTO
	Plantilla de Concreto Armado.	Se procederá a nivelar el fondo de la excavación y se le dará una compactación, con la humedad optima como lo marca las especificaciones de mecánica de suelos, posteriormente se continua con el armado y colado de la plantilla de concreto armado, colocando una "Placa Base" al centro de la misma, cuidando que este bien nivelado, para recibir el perno nivelador de la subestructura.
	Descabece de Pila.	Cumplidos los puntos descritos en el procedimiento de excavación se procederá a la demolición o descabece de las pilas en una longitud de acuerdo a la posición de cada uno, atendiendo a la profundidad de desplante de la zapata. La longitud mínima de descabece será de 80 cm. Se procede al descabece de la pila con equipo neumático, evitando dañar el armado de la conexión de pila con zapata, si el concreto de la pila al nivel de paño superior de plantilla está sano, el descabece será a este nivel, en caso contrario se tendrá que profundizar más la demolición, retirando todo el material producto del descabece.
	Montaje de Zapata-Columna.	Estos elementos son prefabricados y una vez que esté bien detallada e identificada, así como trazado los ejes del elemento para su montaje, se transporta a la obra para su respectivo montaje una vez que esté liberado y preparado el lugar para realizar el izaje y montaje de la Zapata-Columna, para ello se verifica los niveles de la plantilla y dimensiones reales de la columna, para hacer los ajustes necesarios en el perno nivelador y dejar la zapata-columna en la posición y nivel marcado en proyecto, una vez hecho esto se realiza el montaje de la Zapata-Columna, verificando en todo momento, nivel superior y posición de ejes, apoyado con la topografía con una tolerancia de +/- 1 cm y estabilizando el elemento por medio de la grúa.
	Colado de conexión de Pilas con Zapata-Columna.	Se coloca la cimbra perimetral en paño inferior de la zapata, así como el refuerzo complementario de conexión, colando la conexión hasta el nivel de placas de anclaje del postensado (15 cm abajo del paño superior de zapata) procurando tener siempre un acabado rugoso para realizar la conexión de la Pilas con la Zapata-Columna, como lo marca proyecto estructural.

ETAPAS	ACTIVIDADES DEL PROYECTO	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD Y POSIBLE IMPACTO
	Cabezal.	Son elementos de concreto reforzado colados en moldes metálicos en una planta de prefabricados, se deberán colocar todos los accesorios, así como las placas para la colocación del tope antisísmico, estos elementos se detallan procurando darle el acabado rugoso en las zonas donde se realizan las conexiones, se identifican y se colocara la orientación de acuerdo a proyecto geométrico, trazando los ejes del elemento para su montaje; se transporta a la obra una vez cumplido lo anterior y una vez que esté liberado y preparado el lugar para realizar el izaje y montaje del cabezal, para ello se verifica los niveles de tope de colado de la columna, para hacer los ajustes necesarios si es necesario y dejar el cabezal en la posición y nivel marcado en proyecto, una vez hecho esto se realiza el montaje del cabezal, verificando en todo momento, nivel superior y posición de ejes, apoyado con la topografía con una tolerancia de +/- 1 cm y estabilizando temporalmente el elemento por medio de la grúa, hasta fijarlo con las varillas de la columna, los cuales se soldarán a los perfiles indicadas en proyecto.
	Conexión Columna-Cabezal.	Se coloca el acero de refuerzo de conexión indicado en el proyecto estructural, se deberá garantizar la continuidad del refuerzo longitudinal del cabezal y en caso de interferir la varilla longitudinal del cabezal con armado de columna, se podrá cortar dejando muñones de 20 cm, en ambos paños del hueco del cabezal y traslapar después de haber estabilizado el cabezal de acuerdo con los detalles indicados en proyecto, de igual forma en caso de interferir los estribos del cabezal con armado de columna, se podrá cortar dejando muñones de 20 cm en ambos paños del hueco del cabezal y traslapar como se indica en proyecto estructural, concluidos los trabajos de armado, se calafatea perimetralmente para garantizar que no haya fuga de lechada, durante el proceso de colado del elemento, se realizara el colado de conexión una vez concluido estos trabajos y el concreto será de la misma resistencia empleada para el cabezal.
	Construcción de los bancos de apoyo.	Primeramente se trazará los ejes de los bancos de apoyo y se revisaran los niveles reales para cotejarlos con los de proyecto geométrico y saber la altura a la que se deben dejar estos bancos, estos bancos serán de concreto reforzado y se colocaran los accesorios metálicos, para la colocación del dispositivo de apoyo encapsulado.
	Trabes prefabricadas	Estos elementos son colados en una planta de prefabricados, siendo de concreto presforzado, los cuales serán colados en un molde metálico y una vez alcanzada la resistencia indicada en proyecto, se hará la transferencia del presfuerzo, procediendo a desmoldarse y estibarse para el detallado final e identificando el elemento, así como trazado de los ejes y orientación para su respectivo montaje, se transportara a la obra una vez que esté liberado y preparado el lugar para realizar el izaje y montaje.

ETAPAS	ACTIVIDADES DEL PROYECTO	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD Y POSIBLE IMPACTO
	Montaje de Trabes.	Una vez liberado las trabes para su transporte y montaje, también deberá estar liberado y preparado el lugar para realizar el izaje y montaje de las Trabes, cumplido lo anterior se transportaran a la obra de acuerdo al programa de montaje, previo al montaje de estos elementos se verifica niveles y posición de los dispositivos de apoyo sobre el cabezal, en caso necesario se preparan placas metálicas como calzas, para alcanzar los niveles requeridos en proyecto, además de colocar las placas de neopreno para garantizar el contacto en toda la superficie de los dispositivos de apoyo, una vez hecho realizado lo anterior, se procede al montaje de las Trabes, verificando en todo momento, posición de ejes tanto longitudinal como transversal, apoyado con la topografía con una tolerancia de +/- 1 cm, cumpliendo con lo indicado en el proyecto geométrico; se deberá tener la precaución de colocar el perno de sujeción para tope antisísmico, en los duetos que se dejaron en la trabes desde su fabricación, y no se dificulte su colocación cuando tenga otra trabe aledaña.
	Conexión Cabezal - Trabe.	Se coloca el acero de refuerzo de conexión indicado en el proyecto estructural, concluidos los trabajos de armado, se calafatea perimetralmente para garantizar que no haya fuga de lechada, durante el proceso de colado del elemento, se realizara el colado de conexión una vez concluido estos trabajos y el concreto será de la misma resistencia empleada para el cabezal.
	Tope sísmico.	Una vez colocadas las trabes, se colocará el accesorio para tope antisísmico, soldándolo a la placa base, una vez fijado a la misma, se introduce el perno de sujeción de trabes, al tope antisísmico y se aprieta con las tuercas, además de colocar los prisioneros de fijación, en los agujeros del perno, de acuerdo a lo indicado en el proyecto estructural.
	Parapetos de concreto.	Se procede al armado de los parapetos de concreto, dejando las preparaciones de conexión para ligarlo al firme estructural, colocando además el aligeramiento indicado en proyecto, así como la colocación de las placas base, para la instalación de los parapetos metálicos, postes de alumbrado y de señalización, así también la colocación de tuberías para la instalación eléctrica y una vez terminado estos trabajos se procede al cimbrado y colado del elemento, verificando trazo, plomeo y nivelación.
	Instalación Pluvial sobre puente.	En esta etapa se instala el drenaje pluvial, dejando las preparaciones necesarias como: registros, rejillas y tuberías, respetando los niveles indicados en el proyecto.
	Firme Estructural.	Se realiza el armado complementario en la losa de las trabes, así como del firme estructural, realizando el colado hasta el nivel de subrasante y hasta la franja de conexión de parapetos de concreto, por lo que se deberán dejar varillas de conexión para ligar. Se deberá seguir un procedimiento de colados por etapas del firme estructural, para evitar la aparición de juntas frías, colando a la resistencia indicada en proyecto estructural, además de alojar lo correspondiente a las instalaciones pluviales.

ETAPAS	ACTIVIDADES DEL PROYECTO	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD Y POSIBLE IMPACTO
	Carpeta Asfáltica.	Se colocará la carpeta asfáltica siguiendo las recomendaciones de mecánica de suelos, dependiendo de la zona que se trate: zona de rampas o sobre el firme de compresión.
	Instalación de Complementos y Terminación de Obra	Por último se realiza el montaje de los Parapetos metálicos, realizando la conexión de estos con las placas de apoyo, postes de alumbrado, así como de la señalización horizontal y vertical definitiva de acorde a la normatividad vigente, concluyendo con pintura como acabado final, de acorde a lo indicado en proyecto.
	Uso de maquinaria y equipo.	Uso de maquinaria y equipos para la construcción de zapatas, y colocación de estructuras.
	Consumo de insumos	Compra de insumos en las localidades cercanas.
	Transporte de maquinaria, materiales e insumos (materiales, combustibles, lubricantes y domésticos) y materiales.	Se realizará el transporte de insumos tales como materiales y comestibles y personal. Los materiales para el colado de zapatas y andador, se transportarán mediante camiones de carga cubiertos con lona, y dispuesto en sitios autorizados.
	Manejo de residuos sólidos.	Durante esta etapa se generarán residuos sólidos derivados de la construcción, consistente principalmente en residuos de materiales de construcción y de las actividades propias de los trabajadores.
	Manejo de residuos líquidos.	Durante esta etapa se generarán residuos líquidos derivados de los servicios sanitarios de los trabajadores.
	Manejo de residuos peligrosos.	Durante esta etapa se pueden generar residuos peligrosos tales como aceites gastados o derrame de combustible. Con posible contaminación del suelo.
	Contratación de mano de obra.	Se generarán empleos temporales durante la construcción del proyecto.
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Operación del Viaducto Elevado Tepalcapa – CEM.	Durante la operación del Viaducto Elevado Tepalcapa – Circuito Exterior Mexiquense, dará solución al tránsito de los vehículos que utilizan las rutas que convergen sobre la Autopista México - Querétaro y se dirigen al Norte, teniendo como destinos las entidades de Querétaro e Hidalgo, a través de esta vialidad principal; siendo esta una importante zona homogénea integrada por municipios cuya interrelación se caracteriza por una fuerte vinculación de actividades comerciales y de servicios especializados, debido a que entre ellos existen flujos de mercancías y personas. En cuanto al tiempo de operación, será las 24 horas del día, los 365 días del año, donde transitarán diversos tipos de vehículos (carga, pasajeros, particulares) a una velocidad de 110 km / hr.

ETAPAS	ACTIVIDADES DEL PROYECTO	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD Y POSIBLE IMPACTO
	Mantenimiento del VET-CEM.	<p>El mantenimiento se realizará de manera indefinida durante el tiempo que se opere, especialmente cuando así se requiera, por ejemplo, el pavimento con el transcurso del tiempo, sufre una serie de fallas o deterioros que al manifestarse en la superficie de rodamiento, disminuyen su capacidad para proporcionar un tránsito cómodo y limpio al usuario. Estas fallas y deterioros son producidos por la repetición continua de cargas, debidas a condiciones propias de la estructura del pavimento y de la acción de los agentes climáticos.</p> <p>El mantenimiento se dividirá en:</p> <p>Mantenimiento Rutinario: Este consistirá en:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Repintado de líneas. • Rehabilitado de señalamiento horizontal y vertical. • Corte de hierba que crezca en el derecho de vía. • Limpieza de drenaje pluvial (canales). <p>Mantenimiento Periódico: Este consistirá en:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reconstrucción de la carpeta asfáltica. • Reconstrucción de bordillos. • Reconstrucción de cunetas.
	Contratación de mano de obra.	Para esta etapa se requerirá de personal que lleve a cabo el mantenimiento del Viaducto elevado.
ABANDONO DEL SITIO	Desmante de estructuras.	Se llevará a cabo el desoldado de las estructuras del Viaducto elevado VET-CEM. Para posteriormente desmontar las estructuras con grúa.
	Uso de maquinaria y equipo.	Debido al uso de maquinaria y equipos para el desmote de estructuras en general, se generarán emisiones de gases contaminantes.
		Debido al uso de maquinaria y equipos para el desmote de estructuras y demolición de estructuras en general, se generarán ruido, los cuales pueden sobrepasar los límites máximos permisibles.
		Debido al uso de grúas se presentarán problemas de tráfico vehicular sobre la autopista México-Querétaro y el Circuito Exterior Mexiquense.
	Transporte de maquinaria, materiales e insumos (materiales, combustibles, lubricantes y domésticos) y materiales demolición y desmote de estructuras.	<p>Se realizará el transporte de insumos tales como materiales y comestibles y personal.</p> <p>Los materiales producto de las demoliciones y desmote de estructuras se transportarán mediante camiones de carga donde los disponga la autoridad.</p>
	Manejo de residuos sólidos.	Durante esta etapa se generarán residuos sólidos derivados de las demoliciones y desmote de estructuras. Asimismo, se generarán residuos domésticos de las actividades propias de los trabajadores.
Manejo de residuos líquidos.	Durante esta etapa se generarán residuos líquidos derivados de los servicios sanitarios de los trabajadores.	

ETAPAS	ACTIVIDADES DEL PROYECTO	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD Y POSIBLE IMPACTO
	Manejo de residuos peligrosos.	Durante esta etapa se pueden genera residuos peligrosos tales como aceites gastados o derrame de combustible. Con posible contaminación del suelo.
	Contratación de mano de obra.	Durante el Abandono del sitio se requerirá personal para las actividades de desinstalación de estructura y demolición de pasillos y zapatas. Dado lo anterior y debido a que el personal recibirá pago por sus servicios, le permitirá aumentar su nivel de calidad de vida, esto de manera temporal.

Siguiendo con la metodología, una vez identificadas las acciones que posiblemente ocasionarán impactos, a continuación se presentan los factores ambientales y socioeconómicos que potencialmente pueden interaccionar. Cabe destacar que la tabla **V.3**, contiene una lista completa de factores ambientales y socioeconómicos, los cuales pueden interaccionar con las actividades del proyecto; sin embargo, en la matriz de Leopold, sólo se colocan las que tienen interacciones.

Tabla V. 3 Factores y atributos del medio natural.

FACTORES	ATRIBUTOS AMBIENTALES
FÍSICOS	<p>Aire / Calidad del aire:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Emisiones de gases contaminantes. • Partículas suspendidas. <p>Ruido y vibraciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Emisión de niveles sonoros superiores a la NOM-081-STPS-1994. <p>Geología y Geomorfología:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grado de Erosión. <p>Hidrología:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cambios en la calidad del agua. • Descarga de aguas residuales (sanitarias) provenientes de los trabajadores. <p>Suelo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Calidad del suelo. • Capa superficial de suelo. • Riesgo de erosión
BIOLÓGICOS	<p>Vegetación terrestre:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Superficie por asociación vegetal. • Composición de poblaciones terrestres. • Número de especies protegidas y/o endémicas. • Riesgo de incendio. <p>Fauna:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Desplazamiento de fauna silvestre (mamíferos, aves, anfibios y reptiles). • Especies de fauna silvestre con estatus de conservación y/o endémicas. <p>Paisaje</p> <ul style="list-style-type: none"> • Intervisibilidad de la infraestructura y obras anexas.
SOCIOECONÓMICOS	<ul style="list-style-type: none"> • Generación de empleos temporales y permanentes. • Demanda y tipo de servicios de parte de los trabajadores incorporados a cada una de las etapas del proyecto • Incremento en la actividad comercial de las comunidades vecinas como consecuencia del desarrollo del proyecto. • Ingreso económico en la región debido a la remuneración de los trabajadores reflejándose en la economía local. • Activación de la economía local. Requerimiento de servicios para el traslado de personal, materiales e insumos, permitiendo un efecto sobre la economía local. • Flujo vehicular.

Una vez elaborada la Matriz, se procedió a marcar las interacciones entre las acciones del Proyecto y los elementos del ambiente, los resultados obtenidos se muestran en la Tabla V.4; de acuerdo con lo anterior, las etapas del Proyecto que presentan mayor cantidad de interacciones o impactos son la preparación del sitio y construcción.

Con base en lo anterior, a continuación se presenta la matriz de identificación de impactos ambientales en la tabla V.4.

Derivado del análisis de la Matriz de Leopold, en la Tabla V.5 se presentan los resultados de las interacciones entre las actividades del Proyecto que se consideran generadoras de impactos y los elementos ambientales (componentes y factores ambientales) que podrían resultar impactados.

Tabla V. 5 Interacción Proyecto-Ambiente identificados en la Matriz de Leopold.

Proyecto / Etapa	Interacciones Proyecto-Ambiente		Total	Porcentaje
	Negativos	Positivos		
Preparación del sitio	22	6	28	40.58
Construcción	16	6	22	31.88
Operación y mantenimiento	1	4	5	7.25
Abandono del sitio	10	4	14	20.29
Total	49	20	69	100

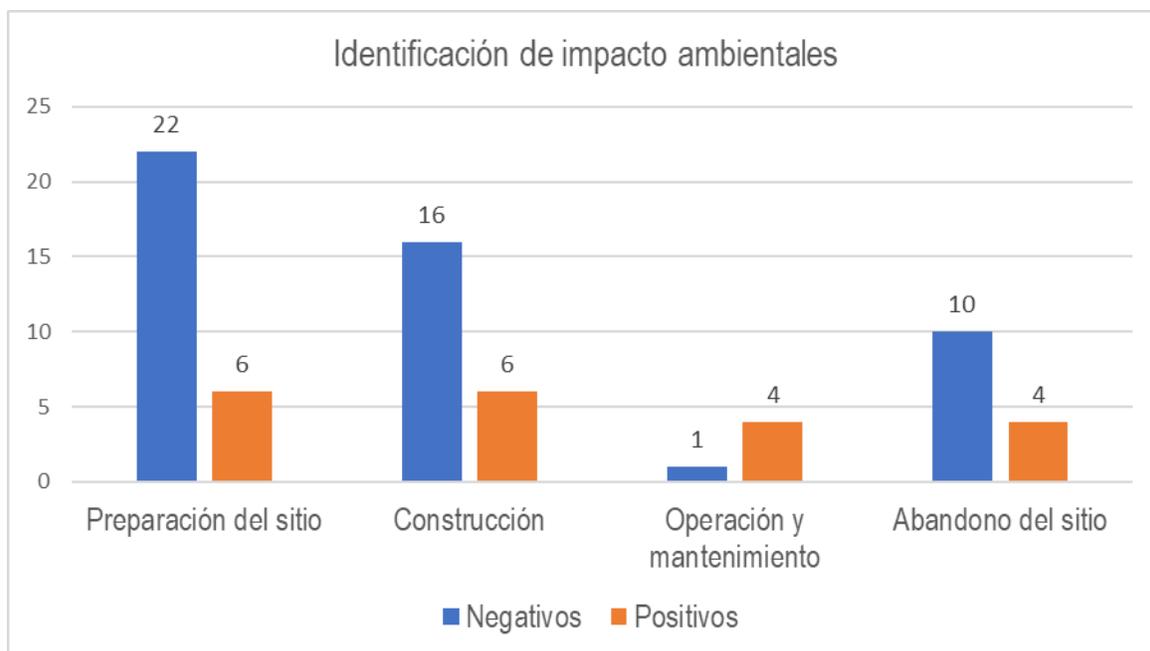


Figura V. 1 Interacciones Proyecto-Ambiente identificados por etapas del Proyecto.

Con base en la tabla y figura anteriores, se presentan 69 impactos ambientales, en la etapa de Preparación del Sitio se presentan 28 impactos, de los cuales 22 son negativos y 6 positivos; en Construcción 22 impactos, 16 negativos y 6 positivos; en la Operación y mantenimiento 5 impactos, 1 negativo y 4 positivos; y en el Abandono del sitio 14 impactos, 10 negativos y 4 positivos.

V.3. Valoración de los impactos

Los impactos ambientales significativos determinados en el punto anterior, se valoraron utilizando los criterios propuestos en la Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental (Gómez-Orea, 1999) descritos a continuación:

El método que aquí se expone se formaliza a través de los siguientes aspectos:

- Determinar un **índice de incidencia** para cada impacto estandarizado entre 0 y 1.
- Determinar la **magnitud**, lo que implica:
 - Determinar de la magnitud en unidades distintas para cada impacto.
 - Estandarizar el valor de la magnitud entre 0 y 1, o lo que es lo mismo, transposición de esos valores a unidades homogéneas, de impacto ambiental.
 - Calcular el valor de cada impacto a partir de la **magnitud** y la **incidencia** antes determinadas.
 - Jerarquizar los impactos en una escala.

Índice de incidencia:

La **incidencia** se refiere a la severidad y forma de la alteración, la cual viene definida por la *intensidad* y por una serie de *atributos* de tipo cualitativo que caracterizan dicha alteración.

Una vez caracterizado el impacto, el *índice de incidencia* se desarrolla en cuatro pasos.

Primero, se tipifican las formas en que se puede describir cada atributo; por ejemplo, momento: inmediato, medio o largo plazo, recuperabilidad: fácil, regular y difícil, etc.

Segundo, atribuir un código numérico a cada forma, acotado entre un valor máximo para la más desfavorable y uno mínimo para la más favorable; así para los ejemplos anteriores, momento: inmediato 3, medio plazo 2 y largo plazo 1; recuperabilidad: fácil 1, regular 2 y difícil 3.

A continuación se presenta la tabla V.6, de códigos asignados a los atributos, utilizados para obtener el índice de incidencia.

Tabla V. 6 Códigos asignados a los atributos ambientales y socioeconómicos para obtener el índice de incidencia.

Atributos	Carácter de los atributos	Descripción	Código/valor
Signo del efecto	Benéfico	Se refiere a la consideración de benéfico o perjudicial.	+
	Perjudicial		-
	Difícil de calificar sin estudios	Requiere de estudios para asignarle valor.	X
Inmediatez	Directo	Efecto directo o primario es el que tiene repercusión inmediata en algún factor ambiental.	3
	Indirecto	Efecto indirecto o secundario es el que deriva de un efecto primario.	1
Acumulación	Simple	Efecto simple es el que se manifiesta en un solo componente ambiental o no induce efectos secundarios ni acumulativos ni sinérgicos.	1

Atributos	Carácter de los atributos	Descripción	Código/valor
	Acumulativo	Efecto acumulativo es el que incrementa progresivamente su gravedad cuando se prolonga la acción que lo genera.	3
Sinergia	Leve	Efecto sinérgico significa reforzamiento de efectos simples, se produce cuando la coexistencia de varios efectos simples supone un efecto mayor que su suma simple.	1
	Media		2
	Fuerte		3
Momento	Corto	Efecto a corto plazo es el que se manifiesta en un ciclo anual.	3
	Medio	Efecto a medio plazo es el que se manifiesta antes de cinco años.	2
	Largo plazo	Efecto a largo plazo es el que se manifiesta en un periodo mayor a 5 años.	1
Persistencia	Temporal	Efecto temporal, supone una alteración que desaparece después de un tiempo.	1
	Permanente	Efecto permanente, supone una alteración de duración indefinida.	3
Reversibilidad	A corto plazo	Efecto reversible es el que puede ser asimilado por los procesos naturales, en un corto plazo. Reversible en su totalidad.	1
	A mediano plazo	Efecto reversible o parcialmente reversible, es el que puede ser asimilado por los procesos naturales a mediano plazo.	2
	A largo plazo o no reversible	Efecto irreversible, donde el impacto no puede ser asimilado por los procesos naturales o sólo después de muy largo tiempo.	3
Recuperabilidad	Fácil	Efecto recuperable fácil es el que puede eliminarse o reemplazarse por la acción natural o humana.	1
	Media	Efecto recuperable medio es el que puede eliminarse o reemplazarse por la acción natural o humana.	2
	Difícil	Efecto irrecuperable es el que es muy difícil de eliminarse o reemplazarse por la acción natural o humana.	3
Continuidad	Continuo	Efecto continuo es el que produce una alteración constante en el tiempo.	3
	Discontinuo	Efecto discontinuo se manifiesta de forma intermitente o irregular.	1
Periodicidad	Periódico	Efecto periódico es el que se manifiesta de forma cíclica o recurrente.	3
	Irregular	Efecto de aparición irregular es el que se manifiesta de forma impredecible en el tiempo, debiendo evaluarse en términos de probabilidad de ocurrencia.	1

La expresión consiste en la suma ponderada lo que exige atribuir pesos o valores a los atributos.

Tercero, aplicar una función, suma ponderada para obtener un valor.

Cuarto, estandarizar entre 0 y 1 los valores obtenidos, mediante la siguiente expresión:

$$\text{Índice de Incidencia } l_i = (I - I_{\min}) / (I_{\max} - I_{\min})$$

Siendo:

l_i = Índice de incidencia (valor de incidencia obtenido por un impacto).

I = Σ de valores de atributos.

I_{\max} = el valor de la expresión en el caso de que los atributos se manifestarán con el mayor valor.

I_{\min} = el valor de la expresión en el caso de que los atributos se manifiesten con el menor valor.

Determinación de la magnitud

En unidades estandarizadas entre 0 y 1. Esta tarea consiste en transformar la magnitud del impacto medido en unidades heterogéneas, a unidades homogéneas, a dimensionales de valor ambiental, operación que se hace traduciéndolas a un intervalo que varía entre 0 y 1.

Valoración Cuantitativa

Se estiman los valores que toma este indicador en la situación “sin” y “con” proyecto.

Cada uno de los factores ambientales alterados se obtiene por diferencia entre la situación “sin” y “con” proyecto, el valor del impacto ambiental sobre cada uno de ellos, pero ahora expresados en valores limitados entre 0 y 1.

Valor de los impactos

El valor de los impactos simples (V_i) se obtiene a partir de la multiplicación de la magnitud (M) por el índice de incidencia (I) de cada factor ambiental impactado. De acuerdo con la siguiente fórmula.

$$V_i = M * I$$

Donde:

V_i = Valor de un impacto.

M = Magnitud.

I = Índice de Incidencia.

Clasificación de los impactos:

Se requiere de una jerarquización de los impactos que permita adquirir una visión integrada y completa de la incidencia ambiental del proyecto.

La jerarquización requiere de la determinación del valor de cada impacto en unidades conmensurables; en esta metodología tal valor se atribuye a partir de los valores de incidencia y magnitud; como ambos oscilan entre 0 y 1, el valor de cada impacto también se hace variar, a su vez, entre 0 y 1; ese valor es quien marca la jerarquía exigida.

Una vez realizada la operación se consultará la tabla V.7, para ubicar el impacto ambiental generado.

Tabla V. 7 Categorías de evaluación de impactos.

CATEGORÍAS		
Positivo muy importante	0,81 – 1,0	Negativo muy importante
Positivo importante	0,61 – 0,80	Negativo importante
Positivo medio	0,41 – 0,60	Negativo medio
Positivo moderado	0,21 – 0,40	Negativo moderado
Positivo muy moderado	0 – 0,20	Negativo muy moderado
0 nulo		

Una vez identificados los impactos ambientales, se procedió a evaluarlos, calificarlos y clasificarlos por etapa de acuerdo con el procedimiento establecido y presentado en las tablas V.8 a V.11 para el proyecto.

Tabla V. 8 Calificación y obtención de jerarquización de impactos ambientales y socioeconómicos en la etapa de Preparación del Sitio.

ETAPA	ACTIVIDADES	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	FACTOR / ATRIBUTO	CLAVE DEL IMPACTO	CRITERIOS DE INCIDENCIA									TOTAL	ÍNDICE DE INCIDENCIA	CALIDAD DEL FACTOR		MAGNITUD	VALOR DEL IMPACTO	JERARQUIZACIÓN		
					SIGNO	INMEDIATEZ	ACUMULACIÓN	SINERGIA	MOMENTO	PERSISTENCIA	REVERSIBILIDAD	RECUPERABILIDAD	CONTINUIDAD			PERIODICIDAD	Con proyecto		Sin proyecto		Magnitud X Índice de Incidencia	
PREPARACIÓN DEL SITIO	Desmante, despalde y limpieza de sitio de obra.	Consistirá en remover la vegetación existente en las áreas donde se construirá la Conexión VET-CEM del tramo ubicado sobre la Autopista México – Querétaro, del Km. 21+045.000 al Km 23+545.000, dentro de los límites del Municipio de Cuautitlán Izcalli en el Estado de México. Las superficie a desmontar se dividen en dos cuerpos: Cuerpo Derecho con 13,202 m ² y, Cuerpo Izquierdo con 13,359 m ² . Para un total de 26,561.0 m ² . Para esto, se empleará la maquinaria adecuada al tipo de vegetación y del suelo prevaleciente en la zona del proyecto, tales como: cargador sobre orugas, motoniveladora y excavadora sobre orugas. Posteriormente se llevará a cabo la limpieza del sitio, dejándose libre de obstáculos que pudieran afectar la instalación de estructuras. Asimismo, se removerán la vegetación y suelo, generándose temporalmente partículas de polvo.	Aire / partículas suspendidas	PS01	-	3	1	1	3	1	1	1	1	3	15	0.33	0.70	1.0	1.00	0.33	Negativo Moderado	
		Durante las actividades de desmante, despalde y limpieza del terreno y debido a que se removerá la vegetación herbácea, arbustiva y árboles, y la capa superficial de suelo, se pueden presentar obstrucciones del Vertedero Poniente.	Hidrología / drenes o cauces	PS02	-	3	1	2	3	1	1	1	1	1	1	14	0.28	0.50	0.9	0.40	0.11	Negativo Muy Moderado
		Durante las actividades de desmante, despalde y limpieza en los sitios de obra, se verán afectadas por su remoción de la capa edáfica superficial. La actividad de limpieza del terreno, consistirá en retirar el material producto del desmante y despalde.	Suelo / Capa superficial de suelo	PS03	-	3	1	1	3	1	1	1	1	1	1	13	0.22	0.20	0.8	0.60	0.13	Negativo Muy Moderado
		Durante las actividades de desmante, despalde y limpieza en los sitios de obra, se verán desprovisto de vegetación herbácea, arbustiva y árboles; pudiéndose ocasionar problemas de erosión eólica e hídrica.	Suelo / erosión	PS04	-	3	3	2	1	3	3	3	3	3	3	24	0.83	0.20	0.8	0.60	0.50	Negativo Medio
		Debido a la eliminación de la vegetación en una superficie de 26,561.0 m ² , se disminuirá la infiltración.	Zona de recarga del acuífero	PS05	-	3	3	2	1	3	3	3	3	3	3	24	0.83	0.20	0.8	0.60	0.50	Negativo Medio

(CONTINUACIÓN)

ETAPA	ACTIVIDADES	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	FACTOR / ATRIBUTO	CLAVE DEL IMPACTO	CRITERIOS DE INCIDENCIA									TOTAL	ÍNDICE DE INCIDENCIA	CALIDAD DEL FACTOR		MAGNITUD	VALOR DEL IMPACTO Magnitud X Índice de Incidencia	JERARQUIZACIÓN	
					SIGNO	INMEDIATEZ	ACUMULACIÓN	SINERGIA	MOMENTO	PERSISTENCIA	REVERSIBILIDAD	RECUPERABILIDAD	CONTINUIDAD			PERIODICIDAD	Con proyecto				Sin proyecto
PREPARACIÓN DEL SITIO	Desmante, despirme y limpieza del sitio de obra.	Los trabajos de desmante, despirme y limpieza ocasionarán una disminución en el número de organismos herbáceos, arbustivos y elementos arbóreos: a) Cuerpo Izquierdo: 32 especies en total; 7 árboles con 177 árboles, 3 arbustos con 24 organismos, 22 herbáceas con 334,351 organismos. b) Cuerpo Izquierdo: 49 especies en total; 8 árboles con 135 organismos, 2 arbustos con 15 organismos, 39 herbáceas con 491,335 organismos. Asimismo, se obtuvo un volumen de madera en rollo de 116.7875 m³ de los 294 árboles en ambos cuerpos, de los cuales 18son juveniles menores a 15 cm de diámetro.	Vegetación terrestre/ estructura y composición de las comunidades vegetales	PS06	-	3	3	3	1	3	3	3	3	3	25	0.89	0.20	0.9	0.70	0.62	Negativo Importante
		Derivados de las acciones de desmante, despirme en los diferentes sitios de obra, se generará material vegetal, el cual al secarse pueden llegar a presentar riesgo de incendio.	Vegetación terrestre / riesgo de incendio	PS07	-	3	3	3	1	3	3	3	3	3	25	0.89	0.40	0.9	0.50	0.44	Negativo medio
		Sólo un organismo de una especie, <i>Cupressus lusitanica</i> (cedro blanco), está dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 con categoría de Protección especial (Pr), por lo que el proyecto no la afectará de manera significativa.	Vegetación terrestre / especies protegidas y/o endémicas	PS08	-	3	3	3	1	3	3	3	3	3	25	0.89	0.20	0.9	0.70	0.62	Negativo Importante
		Durante las actividades de despirme y desmante, y por efecto de la actividad humana y de maquinaria, la fauna se ahuyentará, ésta consiste básicamente en aves 6 especies de aves con 49 organismos dentro del predio: 2 palomas domésticas (<i>Columbina inca</i>), 6 tortolitas cola larga (<i>Columbina inca</i>), 1 perla azul gris (<i>Poliophtila caerulea</i>), 5 gorriones domésticos (<i>Passer domesticus</i>), 1 tordo cabeza café (<i>Molothrus ater</i>), y 34 zanates mayor (<i>Quiscalus mexicanus</i>).	Fauna terrestre / abundancia y diversidad	PS09	-	3	1	2	3	1	2	2	3	1	18	0.50	0.40	0.9	0.50	0.25	Negativo Moderado
		Debido a la utilización de maquinaria para acciones de desmante, despirme y limpieza de los sitios de obra así como la eliminación de la vegetación herbácea, arbustiva y árboles, se presentarán impactos sobre el atributo intervisibilidad, consistente en el cambio de la estética del paisaje existente. Cabe destacar que actualmente el sitio se encuentra impactado sin vegetación natural, pero con presencia de una plantación arbórea y pasto.	Paisaje / calidad estética	PS10	-	3	1	1	1	3	3	2	3	3	20	0.61	0.3	0.8	0.50	0.31	Negativo Moderado

(CONTINUACIÓN)

ETAPA	ACTIVIDADES	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	FACTOR / ATRIBUTO	CLAVE DEL IMPACTO	CRITERIOS DE INCIDENCIA									TOTAL	ÍNDICE DE INCIDENCIA	CALIDAD DEL FACTOR		MAGNITUD	VALOR DEL IMPACTO	JERARQUIZACIÓN	
					SIGNO	INMEDIATEZ	ACUMULACIÓN	SINERGIA	MOMENTO	PERSISTENCIA	REVERSIBILIDAD	RECUPERABILIDAD	CONTINUIDAD			PERIODICIDAD	Con proyecto		Sin proyecto		Magnitud X Índice de Incidencia
PREPARACIÓN DEL SITIO	Excavaciones para cimentaciones	Se realizará la excavación para colocar los pilotes con equipo mecánico, en una sola etapa y con la geometría de proyecto hasta la profundidad de desplante, conforme a lo indicado en la especificaciones de mecánica de suelos, considerando un sobrecanto de 50 cm, para los trabajos de fabricación de la zapata y el desplante de la plantilla. La excavación se llevará a cabo fuera del Circuito Exterior Mexiquense y sin afectar el Vertedero Poniente. Durante esta actividad y debido a que se removerá una capa superficial de suelo, se generarán partículas de polvo.	Aire / partículas suspendidas	PS11	-	3	1	1	3	1	1	1	1	3	15	0.33	0.70	1.0	1.00	0.33	Negativo Moderado
		Se realizarán excavaciones para los pilotes en los sitios de soporte para las estructuras de Viaducto elevado. Los materiales producto de las excavaciones, se dispondrán en tiradero autorizado o donde lo disponga la autoridad. Por lo que se prevé cambios en el relieve del sitio de obra.	Geomorfología / relieve y microrelieve	PS12	-	3	1	2	3	3	3	2	1	1	19	0.56	0.90	0.7	0.20	0.11	Negativo Muy Moderado
		Durante los trabajos de excavaciones, se manejará material pétreo, el cual al manejarse inadecuadamente puede provocar interrupción del Vertedor Poniente.	Hidrología / drenes o cauces	PS13	-	3	1	2	3	1	1	1	1	1	14	0.28	0.50	0.9	0.40	0.11	Negativo Muy Moderado

(CONTINUACIÓN)

ETAPA	ACTIVIDADES	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	FACTOR / ATRIBUTO	CLAVE DEL IMPACTO	CRITERIOS DE INCIDENCIA										TOTAL	ÍNDICE DE INCIDENCIA	CALIDAD DEL FACTOR		MAGNITUD	VALOR DEL IMPACTO	JERARQUIZACIÓN	
					SIGNO	INMEDIATEZ	ACUMULACIÓN	SINERGIA	MOMENTO	PERSISTENCIA	REVERSIBILIDAD	RECUPERABILIDAD	CONTINUIDAD	PERIODICIDAD			Con proyecto	Sin proyecto		Magnitud X Índice de Incidencia		
PREPARACIÓN DEL SITIO		Durante la etapa de preparación del sitio, se llevarán a cabo acciones tales como el despalme, desmante, limpieza del terreno y excavaciones para cimentaciones. La maquinaria utilizada para realizar dichas actividades ocasionara emisiones de gases contaminantes, producto de la combustión interna de sus motores, provocando un aumento de contaminantes en la atmósfera. Sin embargo, y debido a la presencia de fuertes vientos constantes, estos se verán rápidamente diluidos en el ambiente.	Aire / gases contaminantes	y	PS14	-	3	1	1	3	1	1	1	1	3	15	0.33	0.70	1.0	0.30	0.10	Negativo Muy Moderado
	Uso de maquinaria y equipo	Debido a la utilización de maquinaria, se generarán emisiones de ruido. Se tendrán emisiones de ruido durante la etapa de preparación debido al empleo de maquinaria para realizar el desmante, despalme y excavaciones, que generará ruido alrededor de los 70 dB. Al incrementarse la demanda de maquinaria, durante la etapa de construcción, se tendrá una mayor emisión de ruido y vibraciones, el cual tendrá un efecto acumulativo, especialmente con los camiones ocupados en el acarreo de los bancos de préstamo, proveniente de los cortes a lo largo del eje y por el acarreo a los sitios de tiro. Tanto la maquinaria de construcción como los camiones utilizados en el acarreo tienen la costumbre de operar con el escape abierto. Quienes habitan cerca de los frentes de trabajo podrán eventualmente sentir vibraciones originadas por la operación de la maquinaria de construcción durante las etapas de preparación y construcción. El ruido y las vibraciones oscilan entre los 80 y 85 dB, son de origen puntual, se manifiestan de inmediato, de persistencia temporal, irreversibles, de acumulación simple y de recuperabilidad inmediata.	Ruido / niveles sonoras		PS15	-	3	1	1	3	1	1	1	1	3	15	0.33	0.70	1.0	1.00	0.33	Negativo Moderado

(CONTINUACIÓN)

ETAPA	ACTIVIDADES	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	FACTOR / ATRIBUTO	CLAVE DEL IMPACTO	CRITERIOS DE INCIDENCIA									TOTAL	ÍNDICE DE INCIDENCIA	CALIDAD DEL FACTOR		MAGNITUD	VALOR DEL IMPACTO	JERARQUIZACIÓN	
					SIGNO	INMEDIATEZ	ACUMULACIÓN	SINERGIA	MOMENTO	PERSISTENCIA	REVERSIBILIDAD	RECUPERABILIDAD	CONTINUIDAD			PERIODICIDAD	Con proyecto		Sin proyecto		Magnitud X Índice de Incidencia
PREPARACIÓN DEL SITIO	Consumo de insumos (materiales, combustibles y lubricantes y comida)	Durante esta etapa se requerirá de la compra de materiales, requerimiento de agua, combustibles, lubricantes e insumos (alimentos, etc.), por lo que se requerirá de su consumo en las localidades cercanas, lo que ayudará a mejorar la economía local y una derrama económica para la región.	Actividad comercial	PS16	+	3	1	1	2	1	1	1	1	1	12	0.17	0.800	0.6	0.20	0.03	Positivo Muy Moderado
	Transporte de maquinaria, equipo, materiales, insumos, personal y disposición de residuos sólidos (producto del desmonte, despalme y limpieza del terreno).	Durante la etapa de preparación del sitio, se llevarán a cabo el transporte de materiales, equipo, maquinaria y personal, ocasionando las emisiones de gases contaminantes, producto de la combustión interna de sus motores, provocando un aumento de contaminantes en la atmósfera. Sin embargo, y debido a la presencia de fuertes vientos constantes, estos se verán rápidamente diluidos en el ambiente.	Aire / gases contaminantes	PS17	-	3	3	1	3	1	1	1	1	3	17	0.44	0.800	0.9	0.10	0.04	Negativo Moderado
		Debido a la utilización de maquinaria, se generarán emisiones de ruido.	Ruido / niveles sonoras	PS18	-	3	1	1	3	1	1	1	1	3	15	0.33	0.700	0.9	0.20	0.07	Negativo Muy Moderado
		Debido a la utilización de vehículos para el transporte de materiales, equipo, maquinaria y personal, y a la utilización de la vía de accesos existentes, durante esta etapa se verá aumentado el flujo vehicular sobre la Autopista México – Querétaro y el Circuito Exterior Mexiquense y accesos cercanos a la obra, pudiendo provocar aumento de problemas de tránsito, sobre todo al utilizar camiones de carga.	Flujo vehicular	PS19	-	1	1	1	3	1	1	1	1	1	11	0.11	0.600	0.8	0.20	0.02	Negativo Muy moderado

(CONTINUACIÓN)

ETAPA	ACTIVIDADES	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	FACTOR / ATRIBUTO	CLAVE DEL IMPACTO	CRITERIOS DE INCIDENCIA									TOTAL	ÍNDICE DE INCIDENCIA	CALIDAD DEL FACTOR		MAGNITUD	VALOR DEL IMPACTO	JERARQUIZACIÓN	
					SIGNO	INMEDIATIZ	ACUMULACIÓN	SINERGIA	MOMENTO	PERSISTENCIA	REVERSIBILIDAD	RECUPERABILIDAD	CONTINUIDAD			PERIODICIDAD	Con proyecto				Sin proyecto
PREPARACIÓN DEL SITIO	Manejo de residuos sólidos	Durante la etapa de preparación del sitio se generarán residuos sólidos producto de restos de materiales, plástico, papel y comida, etc., así como residuos vegetales producto del desmonte y limpieza de sitios de obra. Los cuales en caso de manejo inadecuado pueden contaminar el suelo.	Suelo / calidad del suelo	PS20	-	3	3	2	3	3	3	2	1	1	21	0.67	0.500	0.9	0.40	0.27	Negativo Moderado
		Debido a la generación de residuos sólidos, se requerirá del servicio de recolección privado o municipal.	Sector secundario/ Actividad comercial y economía local	PS21	+	3	1	1	3	1	1	1	1	1	1	13	0.22	0.80	0.6	0.20	0.04
	Manejo de residuos líquidos	Durante la etapa de preparación del sitio se generarán residuos líquidos, derivado de las necesidades sanitarias de los trabajadores. Los cuales en caso de manejo inadecuado pueden incrementar los niveles de contaminación del agua del Vertedero Poniente.	Hidrología / calidad del agua	PS22	-	3	3	2	3	3	3	2	1	1	21	0.67	0.500	0.9	0.40	0.27	Negativo Moderado
		Debido a la generación de residuos líquidos sanitarios, se requerirá del servicio de una empresa especializada para la recolección y tratamiento de éste tipo de residuos en letrinas portátiles.	Sector secundario/ Actividad comercial	PS23	+	3	1	1	3	1	1	1	1	1	1	13	0.22	0.80	0.6	0.20	0.04
	Manejo de residuos peligrosos	Durante la etapa de preparación del sitio, y debido a la utilización de vehículos de carga de personal y de maquinaria, se generar residuos peligrosos, sobretodo en las acciones de mantenimiento en el sitio, tal como cambio de aceite, filtro y la generación de estopas impregnadas de hidrocarburos, así como derrames de aceites gastados y combustible, residuos que son considerados como peligrosos, y que por un inadecuado manejo pueden contaminar directamente al suelo e indirectamente y por infiltración al agua subterránea y por migración horizontal al cuerpo de agua.	Suelo / calidad del suelo	PS24	-	3	3	2	3	3	3	2	1	1	21	0.67	0.500	0.9	0.40	0.27	Negativo Moderado
			Hidrología / calidad del agua	PS25	-	3	3	2	3	3	3	2	1	1	21	0.67	0.500	0.9	0.40	0.27	Negativo Moderado
		Debido a la generación de residuos peligrosos, se requerirá del servicio de talleres especializados en el mantenimiento electromecánico, lo que significa una demanda del servicio y una aportación en la economía de la zona.	Sector secundario/ Actividad comercial	PS26	+	3	1	1	3	1	1	1	1	1	1	13	0.22	0.80	0.6	0.20	0.04

ETAPA	ACTIVIDADES	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	FACTOR / ATRIBUTO	CLAVE DEL IMPACTO	CRITERIOS DE INCIDENCIA										TOTAL	ÍNDICE DE INCIDENCIA	CALIDAD DEL FACTOR		MAGNITUD	VALOR DEL IMPACTO	JERARQUIZACIÓN
					SIGNO	INMEDIATEZ	ACUMULACIÓN	SINERGIA	MOMENTO	PERSISTENCIA	REVERSIBILIDAD	RECUPERABILIDAD	CONTINUIDAD	PERIODICIDAD			Con proyecto	Sin proyecto			
	Contratación de mano de obra	Durante la etapa de preparación del sitio se generarán empleos temporales.	Empleo	PS27	+	3	1	2	2	1	2	1	3	1	16	0.39	0.900	0	0.90	0.35	Positivo Moderado
		Debido a la remuneración del personal, se contribuirá con la actividad comercial en la zona.	Actividad comercial	PS28	+	3	1	2	2	1	2	1	3	1	16	0.39	0.900	0	0.90	0.35	Positivo Moderado

Tabla V. 9 Calificación y obtención de jerarquización de impactos ambientales y socioeconómicos en la etapa de Construcción.

ETAPA	ACTIVIDADES	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	FACTOR / ATRIBUTO	CLAVE DEL IMPACTO	CRITERIOS DE INCIDENCIA										TOTAL	ÍNDICE DE INCIDENCIA	CALIDAD DEL FACTOR		MAGNITUD	VALOR DEL IMPACTO	JERARQUIZACIÓN
					SIGNO	INMEDIATEZ	ACUMULACIÓN	SINERGIA	MOMENTO	PERSISTENCIA	REVERSIBILIDAD	RECUPERABILIDAD	CONTINUIDAD	PERIODICIDAD			Con proyecto	Sin proyecto			
CONSTRUCCIÓN	Señalamientos preventivos y de seguridad	Se instalarán dispositivos de seguridad de manera provisional, de acuerdo a las normas establecidas, para protección de la obra y garantizar la integridad de las personas, durante la ejecución de los trabajos; debiendo instalar estos dispositivos antes de iniciar los trabajos de construcción del viaducto y deberán permanecer hasta finalizar los mismos. En todo momento se contará con la iluminación adecuada y se tendrán de ser necesario cuadrillas viales, para apoyo y desvío de tránsito vehicular y peatonal, contando el personal con todo el equipo de seguridad como es el casco, chaleco, guantes, botas, etc. No obstante, se presentará un incremento en el flujo vehicular presentando problemas de tránsito en la Autopista México-Querétaro y el Circuito Exterior Mexiquense.	Flujo vehicular	CO01	-	1	1	1	3	1	1	1	1	1	11	0.11	0.600	0.8	0.20	0.02	Negativo Muy moderado
	Demoliciones y Desmantelamiento	Estos trabajos se harán una vez conciliado y liberado el espacio, demoliendo y desmantelando todo aquello que interfiera o afecte la construcción del viaducto, como: guarniciones, banquetas, pavimentos, mampostería, muros, postes de alumbrado y señalamientos. Retirando al momento el material producto de la demolición y poniendo a resguardo lo desmantelado según se	Aire / partículas suspendidas	CO02	-	3	1	1	3	1	1	1	1	3	15	0.33	0.70	1.0	1.00	0.33	Negativo Moderado

ETAPA	ACTIVIDADES	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	FACTOR / ATRIBUTO	CLAVE DEL IMPACTO	CRITERIOS DE INCIDENCIA										ÍNDICE DE INCIDENCIA	CALIDAD DEL FACTOR		MAGNITUD	VALOR DEL IMPACTO Magnitud X Índice de Incidencia	JERARQUIZACIÓN	
					SIGNO	INMEDIATEZ	ACUMULACIÓN	SINERGIA	MOMENTO	PERSISTENCIA	REVERSIBILIDAD	RECUPERABILIDAD	CONTINUIDAD	PERIODICIDAD		TOTAL	Con proyecto				Sin proyecto
		indique. Durante esta actividad se generarán partículas de polvo.																			
CONSTRUCCIÓN	Infraestructura o cimentación profunda, Plantilla de Concreto armado, Descabece de Pila, Conexión Columna-Cabezal, Construcción de los bancos de apoyo, Trabes prefabricadas, parapetos de concreto, Firme estructural.	Durante estas actividades se llevará a cabo el manejo de concreto para diferentes obras como cimentaciones, plantillas de concreto, pilas, conexiones, bancos de apoyo, trabes, y firmes estructurales. Sin embargo, en caso de manejo inadecuado del concreto trasportados por ollas o por el lavado de ollas, pueden llegar a contaminar el suelo.----- -----	Suelo / calidad del suelo	CO03	-	3	3	2	3	3	3	2	1	1	21	0.67	0.500	0.9	0.40	0.27	Negativo Moderado
	Instalación de armado de cabezales, Colado de conexión de Pilas con Zapatas - Columna, Colocado de Cabezal, Conexión Cabezal-Trabe, Tope sísmico.	Durante estas actividades se llevará a cabo el manejo de soldadura para acero para diferentes obras como armado de cabezales, conexiones de pilas con zapatas, colocado de cabezales, conexión de cabezal - trabe y tope sísmico. Sin embargo, en caso de manejo inadecuado de las escorias y mechas de soldadura, pueden llegar a contaminar el suelo.	Suelo / calidad del suelo	CO04	-	3	3	2	3	3	3	2	1	1	21	0.67	0.500	0.9	0.40	0.27	Negativo Moderado
	Carpeta Asfáltica.	Se colocará la carpeta asfáltica siguiendo las recomendaciones de mecánica de suelos, dependiendo de la zona que se trate: zona de rampas o sobre el firme de compresión. Durante esta actividades y en el caso de manejo inadecuado del asfalto, se puede llegar a contaminar el suelo.	Suelo / calidad del suelo	CO05	-	3	3	2	3	3	3	2	1	1	21	0.67	0.500	0.9	0.40	0.27	Negativo Moderado
	Instalación de Complementos y Terminación de Obra	Se realizará el montaje de los Parapetos metálicos, realizando la conexión de estos con las placas de apoyo, postes de alumbrado, así como de la señalización horizontal y vertical definitiva de acorde a la normatividad vigente, concluyendo con pintura como acabado final, de acorde a lo indicado en proyecto.	Suelo / calidad del suelo	CO06	-	3	3	2	3	3	3	2	1	1	21	0.67	0.500	0.9	0.40	0.27	Negativo Moderado

ETAPA	ACTIVIDADES	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	FACTOR / ATRIBUTO	CLAVE DEL IMPACTO	CRITERIOS DE INCIDENCIA										ÍNDICE DE INCIDENCIA	CALIDAD DEL FACTOR		MAGNITUD	VALOR DEL IMPACTO	JERARQUIZACIÓN	
					SIGNO	INMEDIATEZ	ACUMULACIÓN	SINERGIA	MOMENTO	PERSISTENCIA	REVERSIBILIDAD	RECUPERABILIDAD	CONTINUIDAD	PERIODICIDAD		TOTAL	Con proyecto				Sin proyecto
		Durante la conexión de las placas de apoyo, colocado de señalizaciones y acabado con pintura, y en el caso de manejo inadecuado, se puede llegar a contaminar el suelo.																			
CONSTRUCCIÓN	Uso de maquinaria y equipo	Durante la instalación de las estructuras, se utilizará equipo y maquinaria (grúas), así como vehículos de carga y de personal. La maquinaria y vehículos utilizados para realizar dichas actividades ocasionaran emisiones de gases contaminantes, producto de la combustión interna de sus motores, provocando un aumento de contaminantes en la atmósfera. Sin embargo, y debido a la presencia de fuertes vientos constantes, estos se verán rápidamente diluidos en el ambiente.	Aire /gases contaminantes	CO07	-	3	1	1	3	1	1	1	1	3	15	0.33	0.70	1.0	0.30	0.10	Negativo Muy Moderado
		Debido a la utilización de maquinaria, se generarán emisiones de ruido.	Ruido / niveles sonoras	CO08	-	3	1	1	3	1	1	1	1	3	15	0.33	0.70	1.0	1.00	0.33	Negativo Moderado
		Durante la instalación de las estructuras, se utilizará equipo y maquinaria (grúas). Durante esta etapa se verá aumentado el flujo vehicular sobre la Autiopsita México-Querétaro y el Circuito Exterior Mexiquense, pudiendo provocar aumento de problemas de tránsito, sobre todo al utilizar las grúas.	Flujo vehicular	PS09	-	1	1	1	3	1	1	1	1	1	11	0.11	0.600	0.8	0.20	0.02	Negativo Muy moderado
	Consumo de insumos (materiales, combustibles y lubricantes y comida).	Se incrementará la actividad comercial, ya que se llevará a cabo la compra de insumos en la localidad, lo que traerá como consecuencia un aumento en la actividad comercial y una derrama económica para la región.	Actividad comercial	CO10	+	3	1	1	2	1	1	1	1	1	12	0.17	0.800	0.6	0.20	0.03	Positivo Muy Moderado

(CONTINUACIÓN)

ETAPA	ACTIVIDADES	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	FACTOR / ATRIBUTO	CLAVE DEL IMPACTO	CRITERIOS DE INCIDENCIA									TOTAL	ÍNDICE DE INCIDENCIA	CALIDAD DEL FACTOR		MAGNITUD	VALOR DEL IMPACTO Magnitud X Índice de Incidencia	JERARQUIZACIÓN	
					SIGNO	INMEDIATEZ	ACUMULACIÓN	SINERGIA	MOMENTO	PERSISTENCIA	REVERSIBILIDAD	RECUPERABILIDAD	CONTINUIDAD			PERIODICIDAD	Con proyecto				Sin proyecto
CONSTRUCCIÓN	Transporte de maquinaria, equipo y personal.	Durante la etapa de construcción, se llevarán a cabo el transporte de materiales, equipo, maquinaria y personal, ocasionando las emisiones de gases contaminantes, producto de la combustión interna de sus motores, provocando un aumento de contaminantes en la atmósfera. Sin embargo, y debido a la presencia de fuertes vientos constantes, estos se verán rápidamente diluidos en el ambiente.	Aire / gases contaminantes	CO11	-	3	3	1	3	1	1	1	1	3	17	0.44	0.800	0.9	0.10	0.04	Negativo Muy Moderado
		Debido a la utilización de maquinaria, se generarán emisiones de ruido.	Ruido / niveles sonoras	CO12	-	3	1	1	3	1	1	1	1	3	15	0.33	0.700	0.9	0.20	0.07	Negativo Muy Moderado
		Debido a la utilización de vehículos para el transporte de materiales, equipo, maquinaria y personal, y a la utilización de la vía de accesos existentes, durante esta etapa se verá aumentado el flujo vehicular, pudiendo provocar aumento de problemas de tránsito, sobre todo al utilizar camiones de carga.	Flujo vehicular	CO13	-	1	1	1	3	1	1	1	1	1	11	0.11	0.600	0.8	0.20	0.02	Negativo Muy Moderado

(CONTINUACIÓN)

ETAPA	ACTIVIDADES	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	FACTOR / ATRIBUTO	CLAVE DEL IMPACTO	CRITERIOS DE INCIDENCIA									TOTAL	ÍNDICE DE INCIDENCIA	CALIDAD DEL FACTOR		MAGNITUD	VALOR DEL IMPACTO Magnitud X Índice de Incidencia	JERARQUIZACIÓN	
					SIGNO	INMEDIATEZ	ACUMULACIÓN	SINERGIA	MOMENTO	PERSISTENCIA	REVERSIBILIDAD	RECUPERABILIDAD	CONTINUIDAD			PERIODICIDAD	Con proyecto				Sin proyecto
CONSTRUCCIÓN	Manejo de residuos sólidos.	Durante la etapa de construcción se generarán residuos sólidos producto de restos de materiales, plástico, papel y comida, etc., así como residuos de materiales, los cuales en caso de un inadecuado manejo pueden llegar a contaminar el suelo.	Suelo / calidad del suelo	CO14	-	3	3	2	3	3	3	2	1	1	21	0.67	0.500	0.9	0.40	0.27	Negativo Moderado
		Debido a la generación de residuos sólidos, se requerirá del servicio de recolección privado o municipal.	Sector secundario/ Actividad comercial y economía local	CO15	+	3	1	1	3	1	1	1	1	1	13	0.22	0.80	0.6	0.20	0.04	Positivo muy moderado
	Manejo de residuos líquidos	Durante la construcción se generarán residuos líquidos, derivado de las necesidades sanitarias de los trabajadores, los cuales al defecar al aire libre pueden llegar a contaminar los cuerpos de agua.	Hidrología / calidad del agua	CO16	-	3	3	2	3	3	3	2	1	1	21	0.67	0.500	0.9	0.40	0.27	Negativo Moderado
		Debido a la generación de residuos líquidos sanitarios, se requerirá del servicio de una empresa especializada para la recolección y tratamiento de éste tipo de residuos en letrinas portátiles.	Sector secundario/ Actividad comercial	CO17	+	3	1	1	3	1	1	1	1	1	13	0.22	0.80	0.6	0.20	0.04	Positivo muy moderado
	Manejo de residuos peligrosos	Durante la etapa de construcción, y debió a la utilización de vehículos de carga de personal y de maquinaria, se generar residuos peligrosos, sobretodo en las acciones de mantenimiento en el sitio, tal como cambio de aceite, filtro y la generación de estopas impregnadas de hidrocarburos; residuos que son considerados como peligrosos de acuerdo con la NOM-052-SEMARNAT-1993., y que por un mal manejo pueden contaminar directamente al suelo y por migración horizontal a los cuerpos de agua.	Suelo / calidad del suelo	CO18	-	3	3	2	3	3	3	2	1	1	21	0.67	0.500	0.9	0.40	0.27	Negativo Moderado
			Hidrología / calidad del agua	CO19	-	3	3	2	3	3	3	2	1	1	21	0.67	0.500	0.9	0.40	0.27	Negativo Moderado
		Debido a la generación de residuos peligrosos, se requerirá del servicio de talleres especializados en el mantenimiento electromecánico, lo que significa una demanda del servicio y una aportación en la economía de la zona.	Sector secundario/ Actividad comercial	CO20	+	3	1	1	3	1	1	1	1	1	13	0.22	0.80	0.6	0.20	0.04	Positivo muy moderado
	Contratación de mano de obra	Durante la etapa de preparación del sitio se generarán empleos temporales.	Empleo	CO21	+	3	1	2	2	1	2	1	3	1	16	0.39	0.900	0.6	0.30	0.12	Positivo Muy Moderado
		Debido a la remuneración del personal, se contribuirá con la actividad comercial en la zona.	Actividad comercial	CO22	+	3	1	2	2	1	2	1	3	1	16	0.39	0.900	0	0.90	0.35	Positivo Moderado

Tabla V. 10 Calificación y obtención de jerarquización de impactos ambientales y socioeconómicos en la etapa de Operación y Mantenimiento.

ETAPA	ACTIVIDADES	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	FACTOR / ATRIBUTO	CLAVE DEL IMPACTO	CRITERIOS DE INCIDENCIA									TOTAL	ÍNDICE DE INCIDENCIA	CALIDAD DEL FACTOR		MAGNITUD	VALOR DEL IMPACTO	JERARQUIZACIÓN	
					SIGNO	INMEDIATEZ	ACUMULACIÓN	SINERGIA	MOMENTO	PERSISTENCIA	REVERSIBILIDAD	RECUPERABILIDAD	CONTINUIDAD			PERIODICIDAD	Con proyecto		Sin proyecto		Magnitud X Índice de Incidencia
OPERRACIÓN Y MANTENIMIENTO	Operación del Viaducto Elevado Tepalcapa-CEM	Durante la operación del Viaducto Elevado Tepalcapa – Circuito Exterior Mexiquense, dará solución al tránsito de los vehículos que utilizan las rutas que convergen sobre la Autopista México - Querétaro y se dirigen al Norte, teniendo como destinos las entidades de Querétaro e Hidalgo, a través de esta vialidad principal; siendo esta una importante zona homogénea integrada por municipios cuya interrelación se caracteriza por una fuerte vinculación de actividades comerciales y de servicios especializados, debido a que entre ellos existen flujos de mercancías y personas. En cuanto al tiempo de operación, será las 24 horas del día, los 365 días del año, donde transitarán diversos tipos de vehículos (carga, pasajeros, particulares) a una velocidad de 110 km / hr.	Demografía / población	OM01	+	+	1	3	2	1	3	3	2	3	3	21	0.67	0.900	0.2	0.70	Positivo Medio
			Flujo vehicular	OM02	+	1	3	2	1	3	3	2	3	3	21	0.67	0.900	0.2	0.70	0.47	Positivo Medio
	Mantenimiento	El mantenimiento se realizará de manera indefinida durante el tiempo que se opere, especialmente cuando así se requiera, por ejemplo, el pavimento con el transcurso del tiempo, sufre una serie de fallas o deterioros que al manifestarse en la superficie de rodamiento, disminuyen su capacidad para proporcionar un tránsito cómodo y limpio al usuario. Estas fallas y deterioros son producidos por la repetición continua de cargas, debidas a condiciones propias de la estructura del pavimento y de la acción de los agentes climáticos. El mantenimiento se dividirá en: Mantenimiento Rutinario: Este consistirá en: • Repintado de líneas. • Rehabilitado de señalamiento horizontal y vertical. • Corte de hierba que crezca en el derecho de vía. • Limpieza de drenaje pluvial (canales). Mantenimiento Periódico: Este consistirá en: • Reconstrucción de la carpeta asfáltica. • Reconstrucción de bordillos. • Reconstrucción de cunetas. Durante estas actividades se generan residuos peligrosos, los cuales en caso de manejo inadecuado pueden contaminar el suelo.	Suelo / calidad del suelo	OM03	-	3	3	2	3	3	3	2	1	1	21	0.67	0.500	0.9	0.40	0.27	Negativo Moderado

ETAPA	ACTIVIDADES	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	FACTOR / ATRIBUTO	CLAVE DEL IMPACTO	CRITERIOS DE INCIDENCIA									TOTAL	ÍNDICE DE INCIDENCIA	CALIDAD DEL FACTOR		MAGNITUD	VALOR DEL IMPACTO	JERARQUIZACIÓN		
					SIGNO	INMEDIATEZ	ACUMULACIÓN	SINERGIA	MOMENTO	PERSISTENCIA	REVERSIBILIDAD	RECUPERABILIDAD	CONTINUIDAD			PERIODICIDAD	Con proyecto		Sin proyecto		Magnitud X Índice de Incidencia	
	Mantenimiento (continuación)	Debido a la generación de residuos peligrosos, se requerirá del servicio de una empresa autorizada por la SEMARNAT para su traslado y confinamiento, lo que significa una demanda del servicio y una aportación en la economía de la zona.	Sector secundario/ Actividad comercial	OM04	+	3	1	1	3	1	1	1	1	1	1	13	0.22	0.80	0.6	0.20	0.04	Positivo muy moderado
	Contratación de mano de obra	Durante la operación del proyecto se requerirá personal para el desarrollo de las diferentes actividades de mantenimiento. Dado lo anterior y debido a que el personal recibirá pago por sus servicios, le permitirá aumentar su nivel de calidad de vida, esto de manera permanente.	Empleo	OM05	+	1	3	2	1	3	3	2	3	3	21	0.67	0.900	0.2	0.70	0.47	Positivo Medio	

Tabla V. 11 Calificación y obtención de jerarquización de impactos ambientales y socioeconómicos en la etapa de Abandono del sitio.

ETAPA	ACTIVIDADES	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	FACTOR / ATRIBUTO	CLAVE DEL IMPACTO	CRITERIOS DE INCIDENCIA									TOTAL	ÍNDICE DE INCIDENCIA	CALIDAD DEL FACTOR		MAGNITUD	VALOR DEL IMPACTO	JERARQUIZACIÓN	
					SIGNO	INMEDIATEZ	ACUMULACIÓN	SINERGIA	MOMENTO	PERSISTENCIA	REVERSIBILIDAD	RECUPERABILIDAD	CONTINUIDAD			PERIODICIDAD	Con proyecto		Sin proyecto		Magnitud X Índice de Incidencia
ABANDONO DEL SITIO	Desmante de estructuras.	Se llevará a cabo el desoldado de las estructuras del Viaducto elevado VET-CEM. Para posteriormente desmontar las estructuras con grúa.	Suelo / calidad del suelo	AB01	-	3	3	2	3	3	3	2	1	1	21	0.67	0.500	0.9	0.40	0.27	Negativo Moderado
	Uso de maquinaria y equipo.	Debido al uso de maquinaria y equipos para el desmote de estructuras en general, se generarán emisiones de gases contaminantes	Aire / emisión de gases y contaminantes	AB02	-	3	1	1	3	1	1	1	1	3	15	0.33	0.60	0.70	0.10	0.03	Negativo Muy Moderado
		Debido al uso de maquinaria y equipos para el desmote de estructuras y demolición de estructuras en general, se generarán ruido, los cuales pueden sobrepasar los límites máximos permisibles.	Aire / niveles sonoros	AB03	-	3	1	1	3	1	1	1	1	3	15	0.33	0.80	0.9	0.10	0.03	Negativo Muy Moderado
		Debido al uso de grúas se presentarán problemas de tráfico vehicular sobre la autopista México-Querétaro y el Circuito Exterior Mexiquense.	Flujo vehicular	AB04	-	1	1	1	3	1	1	1	1	1	11	0.11	0.600	0.8	0.20	0.02	Negativo Muy moderado
	Transporte de maquinaria, equipos y materiales de demolición y	Se realizará el transporte de insumos tales como materiales y comestibles y personal. Los materiales producto de las demoliciones y desmote de estructuras se transportarán mediante camiones de carga donde los disponga la autoridad.	Aire / emisión de gases y contaminantes	AB05	-	3	1	1	3	1	1	1	1	3	15	0.33	0.60	0.70	0.10	0.03	Negativo Muy Moderado

ETAPA	ACTIVIDADES	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	FACTOR / ATRIBUTO	CLAVE DEL IMPACTO	CRITERIOS DE INCIDENCIA									TOTAL	ÍNDICE DE INCIDENCIA	CALIDAD DEL FACTOR		MAGNITUD	VALOR DEL IMPACTO	JERARQUIZACIÓN	
					SIGNO	INMEDIATEZ	ACUMULACIÓN	SINERGIA	MOMENTO	PERSISTENCIA	REVERSIBILIDAD	RECUPERABILIDAD	CONTINUIDAD			PERIODICIDAD	Con proyecto		Sin proyecto		Magnitud X Índice de Incidencia
desmonte de estructuras.		Debido al uso de vehículos para el transporte de maquinaria y equipos para el desmote de estructuras en general, se generarán ruido, los cuales pueden sobrepasar los límites máximos permisibles.	Aire / niveles sonoros	AB06	-	3	1	1	3	1	1	1	1	3	15	0.33	0.80	0.9	0.10	0.03	Negativo Muy Moderado
		Debido al uso de camiones de carga se presentarán problemas de tráfico vehicular sobre la Autopista México-Querétaro y el Circuito Exterior Mexiquense.	Flujo vehicular	AB07	-	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	11	0.11	0.600	0.8	0.20	0.02
Manejo de residuos sólidos.		Durante esta etapa se generarán residuos sólidos derivados de las demoliciones y desmonte de estructuras. Asimismo, se generarán residuos domésticos de las actividades propias de los trabajadores.	Suelo / calidad del suelo	AB08	-	3	3	2	3	3	3	2	1	1	21	0.67	0.500	0.9	0.40	0.27	Negativo Moderado
		Debido a la generación de residuos sólidos urbanos y de manejo especial, se requerirá del servicio de una empresa especializada para la recolección y confinamiento de éste tipo de residuos.	Sector secundario/ Actividad comercial	AB09	+	3	1	1	3	1	1	1	1	1	1	13	0.22	0.80	0.6	0.20	0.04
Manejo de residuos líquidos		Durante la construcción se generarán residuos líquidos, derivado de las necesidades sanitarias de los trabajadores, los cuales al defecar al aire libre pueden llegar a contaminar los cuerpos de agua. En la etapa de abandono del sitio se generarán aguas residuales sanitarias, las cuales serán manejadas mediante sanitarios portátiles y colectadas por un prestador de servicios autorizado. Por lo que en caso de manejo inadecuado se puede verter a cuerpos de agua ocasionando su contaminación.	Hidrología / calidad del agua	AB10	-	3	3	2	3	3	3	2	1	1	21	0.67	0.500	0.9	0.40	0.27	Negativo Moderado
		Debido a la generación de residuos líquidos sanitarios, se requerirá del servicio de una empresa especializada para la recolección y tratamiento de éste tipo de residuos en letrinas portátiles.	Sector secundario/ Actividad comercial	AB11	+	3	1	1	3	1	1	1	1	1	1	13	0.22	0.80	0.6	0.20	0.04
Manejo de residuos peligrosos.		Durante esta etapa se pueden genera residuos peligrosos tales como aceites gastados o derrame de combustible. Con posible contaminación del suelo.	Suelo / calidad del suelo	AB12	-	3	3	2	3	3	3	2	1	1	21	0.67	0.500	0.9	0.40	0.27	Negativo Moderado
		Debido a la generación de residuos peligrosos, se requerirá del servicio de una empresa autorizada por la SEMARNAT para la recolección y confinamiento de éste tipo de residuos.	Sector secundario/ Actividad comercial	AB13	+	3	1	1	3	1	1	1	1	1	1	13	0.22	0.80	0.6	0.20	0.04

ETAPA	ACTIVIDADES	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	FACTOR / ATRIBUTO	CLAVE DEL IMPACTO	CRITERIOS DE INCIDENCIA										TOTAL	ÍNDICE DE INCIDENCIA	CALIDAD DEL FACTOR		MAGNITUD	VALOR DEL IMPACTO	JERARQUIZACIÓN
					SIGNO	INMEDIATEZ	ACUMULACIÓN	SINERGIA	MOMENTO	PERSISTENCIA	REVERSIBILIDAD	RECUPERABILIDAD	CONTINUIDAD	PERIODICIDAD			Con proyecto	Sin proyecto		Magnitud X Índice de Incidencia	
	Contratación de mano de obra	Durante el Abandono del sitio se requerirá personal para las actividades de desinstalación de estructura y demolición de pasillos y zapatas. Dado lo anterior y debido a que el personal recibirá pago por sus servicios, le permitirá aumentar su nivel de calidad de vida, esto de manera temporal.	Empleo	AB14	+	1	3	2	1	3	3	2	3	3	21	0.67	0.900	0.2	0.70	0.47	Positivo Medio

V.1.3.4. Evaluación de los impactos ambientales.

A continuación se presenta el **análisis global de los impactos identificados**, presentándose en una tabla resumen la evaluación global del proceso de cambio generado por el proyecto.

Como punto final al capítulo de **IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS**, a continuación se presenta un resumen de los aspectos abordados en el presente estudio, pretendiendo una visión integral del proyecto y de sus efectos sobre los factores y atributos que conforman el Medio Natural y Socioeconómico.

En este sentido a continuación se presentan la tabla V.12, de impactos y su representación gráfica en la figura V-2.

Tabla V. 12 Resumen de Identificación y evaluación de impactos ambientales.

JERARQUIZACIÓN	PREPARACIÓN DEL SITIO	CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	ABANDONO DEL SITIO
Negativo Importante	2			
Negativo Medio	3			
Negativo Moderado	10	10	1	4
Negativo Muy Moderado	7	6		6
Positivo Importante			1	
Positivo Medio			2	1
Positivo Moderado	2	1		
Positivo Muy Moderado	4	5	1	3
Total	28	22	5	14
TOTAL				69

De acuerdo con la tabla V.12, de identificación de impactos, a continuación se presenta la figura V-2. Donde se muestra de manera esquemática la presencia de impactos en las diferentes etapas del proyecto.

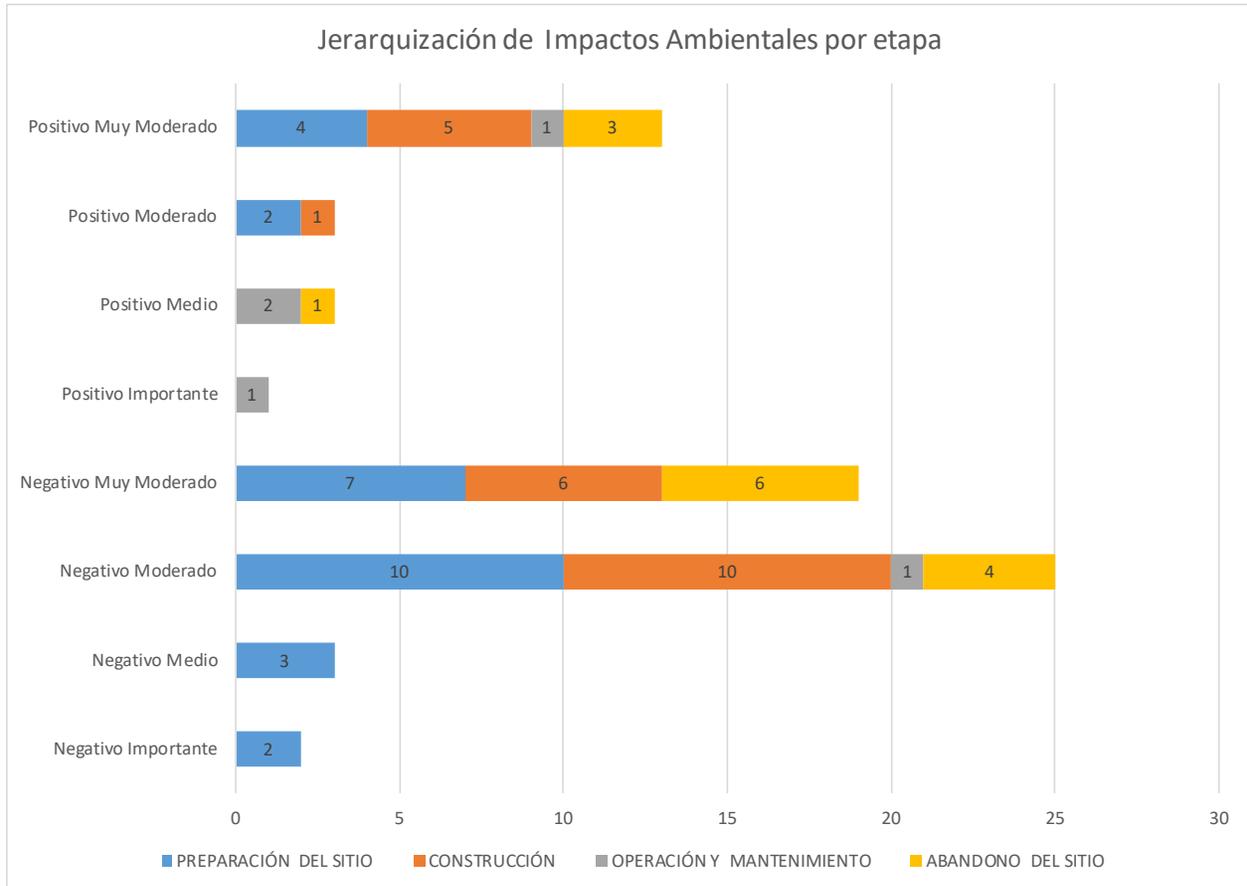


Figura V. 2 Gráfica de impactos ambientales por etapa del proyecto.

De acuerdo con la tabla V.12 y la gráfica de la figura V.2, se presentan 69 impactos ambientales; de los cuales: en la etapa de Preparación del Sitio se presentan 28 impactos ambientales, de los cuales 22 son negativos y 6 positivos; en la etapa de Construcción 22, 16 negativos y 6 positivos; en la Operación y Mantenimiento 5, 1 negativo y 4 positivos y; Abandono del sitio 14 impactos, 10 negativos y 4 positivos.

IMPACTOS AMBIENTALES SIGNIFICATIVOS

a) Hidrología

Durante la etapa de preparación y construcción se utilizará equipo y maquinaria para el desmonte y despalme y limpieza del sitio así como el movimiento de materiales, lo que puede provocar interrupción del Vertedero Poniente. Asimismo, debido a la presencia de personal se generarán residuos líquidos sanitarios.

Cabe destacar que no se llevarán a cabo desazolves ni interrupción del Vertedero Poniente.

b) Aire

Los atributos ambientales que son analizados en el factor aire son calidad del aire, ruido y partículas suspendidas.

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, se estima que se manifestarán impactos ambientales de naturaleza Negativo, debida principalmente a:

- Derivado de la utilización de equipo y maquinaria durante estas actividades, se tendrán emisiones de gases contaminantes a la atmósfera, producto de la combustión interna de los motores de vehículos que transportarán al personal, equipo y maquinaria.
- La dispersión de partículas se generará principalmente por el movimiento de tierra durante el desmonte y despalme.
- La maquinaria a utilizarse aumentará los niveles de ruido, los cuales sobrepasarán, en algunos casos los niveles permitidos por la NOM-080-SEMARNAT-94.

c) Bióta

Vegetación terrestre

Como resultado de los muestreos en campo se obtuvo un listado de 60 especies, clasificadas dentro de 27 familias taxonómicas. El listado se presenta ordenado por familia, nombre científico y nombre común. Solo la especie *Cupressus lusitanica* (Cedro blanco) se encuentra en la NOM-059-SEMARNAT-2010, cabe señalar que esta especie fue cultivada dentro de los camellones y no es parte de la sucesión florística actual.

Tabla V. 13 Listado de especies presentes los cuerpos Izquierdo y Derecho.

No.	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos
1	<i>Alternanthera caracasana</i>	verdolaga cimarrona	23
2	<i>Amaranthus hybridus</i>	quintonil verde	10697
3	<i>Anoda cristata</i>	alache	20
4	<i>Argemone ochroleuca</i>	cardo santo	26
5	<i>Avena fatua</i>	avena cimarrona	1
6	<i>Baccharis salicifolia</i>	azumiate	3

No.	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos
7	<i>Bidens pilosa</i>	aceitilla	21429
8	<i>Buddleja cordata</i>	tepozán blanco	4
9	<i>Casuarina equisetifolia</i>	casuarina	16
10	<i>Cenchrus clandestinus</i>	pasto kikuyo	24173
11	<i>Cenchrus longisetus</i>	pasto plumoso	182
12	<i>Chenopodium murale</i>	hediondilla	1084
13	<i>Chenopodium album</i>	quelite	25
14	<i>Chenopodium giganteum</i>	quelite gigante	18
15	<i>Chloris virgata</i>	barbas de indio	12104
16	<i>Cupressus lusitanica</i>	cedro blanco	1
17	<i>Cupressus macrocarpa var.</i>	ciprés	2
18	<i>Cynodon dactylon</i>	gallinitas	706076
19	<i>Digitaria sp</i>		13626
20	<i>Dyssodia papposa</i>	flamenquilla	8
21	<i>Eragrostis lehmanniana</i>	amor seco africano	244
22	<i>Erythrina americana</i>	colorín	2
23	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	eucalipto	25
24	<i>Euphorbia davidii</i>	lechero	22
25	<i>Euphorbia heterophylla</i>	lechero	2
26	<i>Euphorbia hirta</i>	golondrina	7
27	<i>Euphorbia hypericifolia</i>	golondrina	21
28	<i>Ficus benjamina</i>	ficus	5
29	<i>Fraxinus uhdei</i>	fresno	229
30	<i>Helminthotheca echioides</i>	abrojo europeo	39
31	<i>Ipomoea purpurea</i>	campanitas	193
32	<i>Lepidium virginicum</i>	lentejilla de campo	18
33	<i>Malva parviflora</i>	malva de castilla	12
34	<i>Medicago sativa</i>	alfalfa	3
35	<i>Melinis repens</i>	pasto rosado	61
36	<i>Nicotiana glauca</i>	tabaquillo	16

No.	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos
37	<i>Onagra suffrutescens</i>	onagra de olor	36
38	<i>Oxalis corniculata</i>	acedera	3
39	<i>Panicum virgatum</i>	zacate klein	16
40	<i>Phytolacca icosandra</i>	mazorquilla	5
41	<i>Pinus sp.</i>	pino	1
42	<i>Plantago major</i>	cancerina	1
43	<i>Poa annua</i>	zacate azul	39
44	<i>Populus alba</i>	álamo blanco	11
45	<i>Ricinus communis</i>	higuerilla	16
46	<i>Rumex crispus</i>	lengua de vaca eurasiática	47
47	<i>Salvia tiliifolia</i>	salvia hoja de tilo	8
48	<i>Santolina chamaecyparissus</i>	manzanillera	3
49	<i>Schinus molle</i>	pirul	16
50	<i>Setaria adhaerens</i>	cadillo	7025
51	<i>Sicyos angulatus</i>	chayotillo	3
52	<i>Simsia amplexicaulis</i>	acahual	25620
53	<i>Sisymbrium irio</i>	mostacilla	6
54	<i>Solanum elaeagnifolium</i>	pera	34
55	<i>Sonchus oleraceus</i>	achicoria europea	15
56	<i>Sphaeralcea angustifolia</i>	hierba del negro	15
57	<i>Taraxacum officinale</i>	diente de león	7
58	<i>Tithonia tubaeformis</i>	gigantón	2674
59	<i>Viguiera dentata</i>	chamiso	4
60	<i>Yucca gigantea</i>	islote	6
	Total general:		826,029

*N/A = No aplica, la especie no se encuentra en alguna categoría.

Los trabajos de desmonte, despalme y limpieza ocasionarán una disminución en el número de organismos herbáceos, arbustivos y elementos arbóreos:

a) **Cuerpo Izquierdo:** 32 especies en total; 7 árboles con 177 árboles, 3 arbustos con 24 organismos, 22 herbáceas con 334,351 organismos.

b) Cuerpo Derecho: 49 especies en total; 8 árboles con 135 organismos, 2 arbustos con 15 organismos, 39 herbáceas con 491,335 organismos. Asimismo, se obtuvo un volumen de madera en rollo de 116.7875 m³ de los 294 árboles en ambos cuerpos, de los cuales 18 son juveniles menores a 15 cm de diámetro.

Asimismo, se afectarán 294 organismos arbóreos con un volumen de madera en rollo de 116.7875 m³; así como 18 árboles juveniles menores a 15 cm de diámetro, para un total de 312 árboles presentes en los dos cuerpos.

Fauna terrestre

En total se identificaron seis especies de aves en el área del proyecto. La mayoría de especies encontradas son comunes en zonas urbanas, ya que han logrado adaptarse a ciertos niveles de perturbación. Es importante mencionar que ninguna especie se encontró dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y/o CITES.

A continuación, se muestra la lista de especies identificadas en cada uno de los Transectos, así como su abundancia relativa.

Tabla V. 14 Lista de especies identificadas en los Transectos dentro del Predio.

Nombre científico	Nombre común	T1	Abundancia relativa	T2	Abundancia relativa	T3	Abundancia relativa
<i>Columbina inca</i>	Paloma doméstica	1	5,26	0	0,00	1	7,69
<i>Columba livia</i>	Tortolita cola larga	2	10,53	3	17,65	1	7,69
<i>Polioptila caerulea</i>	Perlita azul gris	0	0,00	0	0,00	1	7,69
<i>Passer domesticus</i>	Gorrión doméstico	2	10,53	3	17,65	0	0,00
<i>Molothrus ater</i>	Tordo cabeza café	1	5,26	0	0,00	0	0,00
<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mayor	13	68,42	11	64,71	10	76,92
	Total	19	100,00	17	100,00	13	100,00

Tabla V. 15 Lista de especies identificadas en los Transectos fuera del Predio.

Nombre científico	Nombre común	T1	Abundancia relativa	T2	Abundancia relativa	T3	Abundancia relativa
<i>Columbina inca</i>	Paloma doméstica	1	3,85	0	0,00	1	4,55
<i>Columba livia</i>	Tortolita cola	7	26,92	3	8,11	5	22,73

Nombre científico	Nombre común	T1	Abundancia relativa	T2	Abundancia relativa	T3	Abundancia relativa
	larga						
<i>Polioptila caerulea</i>	Perlita azul gris	0	0,00	0	0,00	1	4,55
<i>Passer domesticus</i>	Gorrión doméstico	2	7,69	3	8,11	0	0,00
<i>Molothrus ater</i>	Tordo cabeza café	1	3,85	7	18,92	2	9,09
<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mayor	15	57,69	24	64,86	13	59,09
	Total	26	100,00	37	100,00	22	100,00

El número de registros de cada especie varió entre los transectos. Sin embargo, es importante mencionar que la mayoría de las especies identificadas comunes en zonas urbanizadas, ya que han logrado adaptarse a ciertos niveles de perturbación. Además, el Zanate mayor (*Quiscalus mexicanus*) y el Tordo cabeza café (*Molothrus ater*) tienen hábitos gregarios, por lo que es posible observar un gran número de individuos de estas especies en un solo lugar. También se registró la presencia de dos especies introducidas a México, el Gorrión doméstico (*Passer domesticus*) y la Paloma doméstica (*Columba livia*), especies comunes en áreas urbanas.

La Perlita azul gris (*Polioptila caerulea*) y la Tortolita cola larga (*Columbina inca*) también son especies cuya presencia es común en la Ciudad, sin embargo, es más común verlas en parques y áreas con mayor vegetación.

d) Económico/Operacional

Empleo

Se generarán empleos temporales durante la preparación del sitio, construcción y abandono del sitio, por lo que se producirá una demanda de mano de obra, influyendo en la población económicamente activa.

Durante la operación se generarán empleos permanentes para trabajos de mantenimiento del Viaducto Elevado Tepalcapa- CEM.

Activación de la economía local

Durante las etapas de Preparación del sitio, Construcción y Abandono del sitio, se requerirá de servicios diversos de suministro de materiales e insumos para los trabajadores, que tendrán un efecto positivo en la economía local.

V.4. CONCLUSIONES

De acuerdo con la evaluación de los impactos ambientales potenciales, el Proyecto generará impactos económicos que serán favorables a las localidades cercanas, potencializando la comunicación vehicular y el comercio local. En este sentido se establecen las siguientes conclusiones derivadas del análisis de los impactos ambientales y su valoración.

- Se identificaron algunos impactos ambientales negativos que podrán mitigarse y en su caso compensarse, con las recomendaciones técnicas y la aplicación de cada una de las medidas de control, prevención, mitigación y compensación;
- La selección de la ubicación del Proyecto considera el mínimo de impactos al ambiente, ya que es un área en donde actualmente se encuentra impactado;
- Asimismo, el Proyecto contará con las medidas necesarias para reducir los impactos negativos sobre los elementos ambientales, incluyendo el llevar a cabo las gestiones requeridas para el correcto manejo y disposición de los diferentes tipos de residuos a generar durante todas las etapas de ejecución, y
- Finalmente, se prevé que, con las medidas de prevención y mitigación que conforman el Programa de Vigilancia Ambiental propuesto, se garantiza la menor afectación posible de cada uno de los elementos que conforman el entorno.

CAPÍTULO VI
MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

ÍNDICE

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.....	1
VI.1. Descripción de la medida o programa de medidas de prevención, mitigación, restauración o correctivas por componente ambiental.....	1
VI.1.1. Descripción de medidas de prevención, mitigación, restauración y/o compensación por etapas y factores ambientales.....	4

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla VI. 1 Especies arbustivas recomendadas para reforestar en derecho de vía.....	5
Tabla VI. 2 Niveles permisibles de fondo.....	7

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura VI. 1 Aspectos esenciales relacionados con las Medidas de Mitigación y la viabilidad del proyecto.....	3
---	---

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

Debido al desarrollo del proyecto “**Viaducto Elevado Tepalcapa – Circuito Exterior Mexiquense**”, en los municipios de Tultitlan de Mariano Escobedo y Cuautitlán Izcalli, Estado de México, es de esperarse la generación de impactos ambientales, por lo que se estima la conveniencia de proponer medidas para optimizar la ejecución del proyecto.

A continuación se presenta, mediante claves de identificación, las medidas de naturaleza ambiental, que resulta conveniente aplicar para cada una de las etapas del proyecto antes mencionado.

VI.1. Descripción de la medida o programa de medidas de prevención, mitigación, restauración o correctivas por componente ambiental

En el presente capítulo se incluyen las medidas de naturaleza ambiental que pueden aplicarse a los impactos adversos identificados. Las medidas se definieron con base en las actividades causantes de impactos en cada etapa (Preparación del Sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento y Abandono del Sitio).

Las medidas de naturaleza ambiental son trascendentales para la prevención y/o remediación de los efectos negativos generados por las actividades del proyecto. La implementación de medidas puntuales en cada una de las etapas, aunado a su integración en programas de conjunto que contemplen desde la selección del sitio, hasta el abandono del proyecto, permite la disminución de los impactos ambientales.

Por otra parte, las medidas no solo sirven para mitigar o minimizar los impactos generados por un proyecto, sino que son una herramienta que nos ayuda a prevenir, controlar, atenuar, corregir o compensar los impactos ambientales generados.

De acuerdo con la legislación ambiental, las medidas de prevención y mitigación, son el conjunto de disposiciones y acciones anticipadas, que tienen por objeto evitar o reducir los impactos ambientales que pudieran ocurrir en cualquier etapa de desarrollo de una obra o actividad. Asimismo, el concepto incluye la aplicación de cualquier política, estrategia, obra o acción, tendiente a eliminar o minimizar los impactos adversos que pueden presentarse durante las diversas etapas de un proyecto (diseño, construcción, operación y mantenimiento y abandono del sitio).

Las medidas de naturaleza ambiental pueden incluir una o varias de las siguientes acciones alternativas:

- Evitar el impacto total al no desarrollar todo o parte de un proyecto.
- Minimizar los impactos al limitar la magnitud del proyecto.
- Rectificar el impacto reparando, rehabilitando o restaurando el ambiente afectado.
- Reducir o eliminar el impacto a través del tiempo por la implementación de operaciones de preservación y mantenimiento, durante la vida útil del proyecto.
- Compensar el impacto producido por el reemplazo o sustitución de los recursos afectados.

Las medidas de naturaleza ambiental pueden ser clasificadas de la siguiente forma:

- a) **Medidas de Manejo.** Aplicación obligatoria de las Normas Oficiales Mexicanas, así como Planes de Contingencias Ambientales, de Seguridad e Higiene.
- b) **Medidas de prevención.** Son aquellas encaminadas a impedir que un impacto ambiental se presente. Entre ellas se encuentran las actividades de mantenimiento, planes y programas de emergencia, y algunas otras medidas encaminadas al mismo fin.
- c) **Medidas de minimización o mitigación.** Cuando el efecto adverso se presenta en el ambiente, sin posibilidad de eliminarlo, se implementan medidas que tiendan a disminuir sus efectos; tales medidas se diferencian de las de control, en que éstas siempre tienden a disminuir el efecto en el ambiente cuando se aplican, mientras que las de control sólo lo regulan, para que no aumente el impacto en el ambiente. Entre las medidas de mitigación más comunes se encuentran la toma de decisión sobre un proyecto o de una actividad del proyecto, a partir de la posibilidad de emplear diversas alternativas. Otras medidas de mitigación tiene relación con el rescate del medio que puede ser afectado, como por ejemplo el trasplante de organismos vegetales.
- d) **Medidas de restauración.** Son aquellas medidas que tienden a promover la existencia de las condiciones similares a las iniciales.
- e) **Medidas de compensación.** Un impacto ambiental puede provocar daños al ecosistema, de tal forma que hace necesario aplicar medidas que compensen sus efectos. Por lo general estos impactos ambientales, que requieren compensación, son en su gran mayoría irreversibles. Algunas de las actividades que se incluyen en este tipo de medidas, son la reforestación o la inversión en obras de beneficio al ambiente. Espacialmente la medida no es aplicable en el sitio, sino en áreas equivalentes o similares a las afectadas.

A continuación se presenta la metodología empleada para la definición de las medidas.

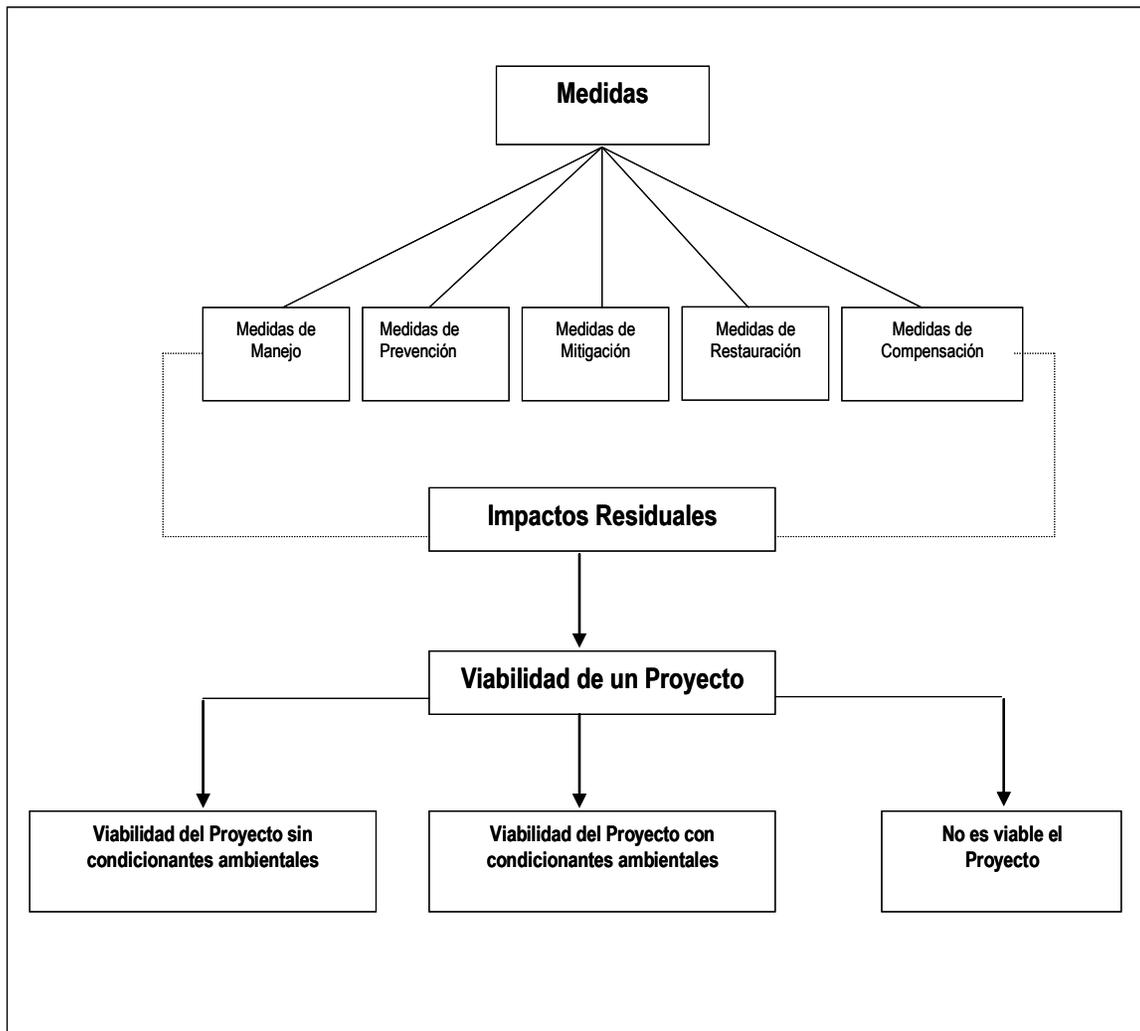


Figura VI. 1 Aspectos esenciales relacionados con las Medidas de Mitigación y la viabilidad del proyecto.

Al igual que en el caso de la identificación y descripción de los impactos ambientales, las medidas surgen como parte del proceso de evaluación ambiental de un proyecto. Considerando las características del proyecto y del ambiente, es posible identificar aquellos elementos e donde los impactos adversos pueden ser prevenidos o mitigados.

En la técnica de identificación de impactos ambientales (Matriz de Cribado), del capítulo anterior, se indican en forma general aquellos impactos que pudieran presentarse. El siguiente paso consiste en la identificación más precisa del tipo de medidas de mitigación que pueden llevarse a efecto para el caso concreto del proyecto en cuestión, así como la descripción de estas medidas.

VI.1.1. Descripción de medidas de prevención, mitigación, restauración y/o compensación por etapas y factores ambientales

A continuación se proponen las medidas de naturaleza ambiental aplicables al proyecto las cuales se describen de manera amplia por factor ambiental, y posteriormente se aplicarán por etapas en cada una de las actividades que generarán impactos ambientales negativos.

MEDIDAS DE NATURALEZA AMBIENTAL (MANEJO, PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, RESTAURACIÓN Y/O COMPENSACIÓN) POR FACTOR AMBIENTAL.

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN

VEGETACIÓN

Deberán utilizarse los caminos de acceso ya existentes. En el caso excepcional de que sea imprescindible la apertura de nuevos caminos de acceso a los frentes de trabajo, se debe procurar que éstos sean los estrictamente necesarios.

No se deberán realizar quemas de maleza durante las actividades de desmonte, ni utilizar productos químicos que afecten el brote de vegetación.

El material producto de las excavaciones y despalme que no se utilice en los rellenos y, en general todos los residuos no factibles de ser reutilizados, se deben enviar fuera del área de la obra para ser destinados a los sitios que designen las autoridades competentes.

No se permite el uso de herbicidas u otros productos químicos durante las actividades de desmonte.

El material vegetal producto del desmonte y despalme, con un volumen de de madera en rollo de 116.7875 m³; así como 18 árboles juveniles menores a 15 cm de diámetro, para un total de 312 árboles presenten en los dos cuerpos. Se deberá disponer en sitios donde lo señale la autoridad.

Finalmente se deberá llevar a cabo al reforestación en la parte inferior del Viaducto Elevado Tepalcapa-CEM, con especies arbustivas y/o de agave, y/o cactáceas que requieran poca agua y no interfieran con las cimentaciones del Viaducto Elevado Tepalcapa - CEM.

Especies utilizadas para Reforestación

La selección de especies para reforestar es una de las decisiones más importantes para cumplir con las medidas de mitigación ambiental del proyecto. Para estos fines conviene elegir las especies que mejor se adapten a las condiciones actuales del entorno, respecto al suelo, el clima, la disponibilidad de agua y en general a la intensa perturbación provocada por la actividad humana.

Con base en el inventario de campo y la literatura revisada, se seleccionaron especies arbóreas para la reforestación, en base a los siguientes criterios:

- Especies que se desarrollan en la región.
- Especies que han sido utilizadas en la reforestación y forestación de áreas perturbadas, con buenos resultados.
- Especies que requieren bajo mantenimiento y pocos cuidados.

- Especies que se desarrollen en la misma región bioclimática o similar.
- Disponibilidad de germoplasma y material vegetativo.
- Producción en vivero, aun rustico, relativamente fácil.
- Si la especie es exótica que no afecte negativamente al ambiente ni que se comporte como invasora.
- Aspecto estético y acorde con el paisaje, agradable a la vista.

En áreas donde la visibilidad del conductor esté comprometida como entronques, o por el uso de suelo que se da en terrenos vecinos, se deberá revegetar con especies arbustivas de baja altura, resistentes a las podas de conformación.

Tabla VI. 1 Especies arbustivas recomendadas para reforestar en derecho de vía

Familia	Nombre científico	Nombre común	Altura (m)	Observaciones
<i>Asparagaceae</i>	<i>Agave</i> spp.	maguey	1,5-2	Especie con crecimiento en forma de roseta y bastante elegante. Gran variedad de colores.
<i>Berberidaceae</i>	<i>Berberis</i> spp.	agracejo	1,5-3	Arbustos compactos y de porte redondeado, no requiere mucho riego, sus frutos son comestibles por las aves.
<i>Cactaceae</i>	<i>Opuntia</i> spp.	nopal	2-5	Arbusto espinoso con frutos comestibles, no requiere riego, sirve de cerca viva.

Para sitios con curvas cerradas o tramos peligrosos se recomienda la colocación sobre el derecho de vía de setos conformados por álamo plateado (*Populus alba*), el cual tiene las siguientes características:

- Cada ejemplar tiene la capacidad de reproducirse de forma vegetativa produciendo un nuevo árbol clonal, de las raíces más superficiales de la planta madre.
- Podando el árbol y limitando su crecimiento en altura, resulta con el tiempo en una masa con cobertura amplia sobre el suelo y “acojinada”, la cual puede reducir el número de fallecimientos por accidentes automovilísticos.
- Es importante controlar la especie en sitios donde no se desee que cubra el suelo, por medio de podas.

No se recomienda reforestar con árboles de eucalipto (*Eucalyptus* spp.) por los siguientes motivos:

- Las raíces de los eucaliptos se extienden superficialmente pudiendo dañar la infraestructura urbana y el equipamiento de la carretera.
- Sus ramas son frágiles con viento fuerte y fácilmente se pueden desprender y caer, favoreciendo condiciones de riesgo.
- Los eucaliptos degradan la calidad del suelo.
- Los eucaliptos no ofrecen refugio ni alimento a la flora nativa de la región.
- Hay mejores opciones de arbolado, mucho más manejable que los eucaliptos y más amigables con la naturaleza.

FAUNA SILVESTRE.

Se deberán implementar las siguientes medidas de prevención y mitigación.

- Ahuyentamiento de la fauna silvestre.
- Prohibido cazar o dañar la fauna silvestre.
- Prohibido introducir fauna doméstica durante la preparación del sitio y construcción.
- Establecer reglas internas que eviten cualquier afectación derivada de las actividades del personal, sobre las poblaciones de flora y fauna silvestre.
- No se permitirá la cacería, captura y comercialización con especies silvestres que se lleguen a encontrar en los sitios de obra del proyecto.
- Los vehículos automotores y maquinaria en general, circulará a baja velocidad (30 km/h), con la finalidad de prevenir el atropellamiento de fauna silvestre que llegara a transitar por el sitio del proyecto y aminorar el ruido que provoca el funcionamiento de los motores.

EDUCACIÓN AMBIENTAL.

Se deberá proporcionar capacitación al personal para el manejo de los residuos, evitar afectaciones innecesarias (desmontes que rebasen los requerimientos constructivos del proyecto), concienciación para la protección de la flora y fauna silvestre (evitar caza de fauna silvestre y comercialización de vegetales y animales), evitar la contaminación por derrames de sustancias químicas y favorecer el uso de las letrinas portátiles en los frentes de trabajo.

AIRE

Control de emisiones a la atmósfera

Debido a la utilización de vehículos para el transporte de personal, equipo y materiales, así como en el uso de maquinaria pesada, se generarán emisiones de gases contaminantes a la atmósfera, provocado por la combustión interna de los motores.

Por lo anterior, se requerirá de medidas de prevención; por lo que no se deberán rebasar los niveles máximos de permisibles de las siguientes Normas Oficiales Mexicanas en materia de aire:

- a) NOM-041-SEMARNAT-93, que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación, que usan gasolina como combustibles,
- b) NOM-044-SEMARNAT-93, que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas suspendidas totales y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diesel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kg.
- c) NOM-045-SEMARNAT-93, que establecen los niveles máximos de opacidad de humo provenientes del escape de vehículos automotores en circulación que usan diesel como combustible.
- d) NOM-050-SEMARNAT-93, que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos como combustible.

Además, para reducir la generación de emisiones de gases contaminantes a la atmósfera, producto de la combustión interna de los motores de las unidades de transporte de personal, materiales y de maquinaria pesada, se solicitará a los propietarios de las unidades que, antes de iniciar y durante las obras, mantengan afinados y en buenas condiciones mecánicas los motores de los vehículos, además de estar en óptimas condiciones mecánicas.

Previo al inicio de la construcción, se deberá elaborar un **Programa de mantenimiento de maquinaria, equipo y vehículos**, que incluya el procedimiento que debe llevar a cabo para verificar el cumplimiento de las condiciones establecidas en las normas oficiales mexicanas referidas. Además, se debe llevar bitácoras del mantenimiento de la maquinaria, equipo y vehículos.

Generación de ruido

Debido a que algunas de las actividades que se realizan en la construcción de las obras que se contratan generan altos niveles de ruido, se debe tomar las medidas necesarias a fin de que el personal no sufra daños en su salud, debiendo cumplir con las observaciones o medidas que las autoridades competentes en la materia establezcan sobre algún caso en particular.

Se debe controlar las emisiones de ruido de vehículos, maquinaria y equipo a fin de no sobrepasar los niveles autorizados en el Reglamento para la Protección del Ambiente contra la Contaminación originada por la Emisión de Ruido y en la Norma Oficial Mexicana NOM-080-SEMARNAT-1994, que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición, como se aprecia en la **tabla VI.1**. Para ello debe equipar y mantener sus unidades en condiciones adecuadas para cumplir con lo establecido en los citados ordenamientos.

Tabla VI. 2 Niveles permisibles de fondo.

Maquinaria	Nivel de ruido (dB)	Peso Bruto Vehicular(kg) / Limite Permissible.
Camión de 3 ton.	30	- Hasta 3,000 kg. 86 dB. - Más de 3,000 y hasta 10,000 kg 92 dB. - Más de 10,000 kg 99 dB.
Camioneta pick-Up.	30	
Motosierra (móvil).	80	
Tractor D6 (móvil).	40	
Compresor y equipo complementario	40	
Camioneta 3 ton.	30	
Camión de volteo 7 m ³	30	
Revolvedora para concreto	20	
Camión 8 ton. Winche	30	
Camión 8 ton. Plataforma	30	
Compactador tipo gasolina	50	
Camión olla (suministra concreto premezclado)	30	
Camión grúa 8 ton.	30	
Maquinaria equipo de tensión (traccionadora)	30	
Maquinaria equipo tracción (devanadora).	30	
Pipa para agua	30	
Retroexcavadora	40	
Camión 8 ton. Grúa.	30	

Para reducir el incremento en los niveles de ruido, ocasionado por el empleo de maquinaria pesada, se solicitará a los contratistas de la obra que indiquen a los conductores de sus camiones, la obligatoriedad

para que cierren sus escapes de las unidades, cuando se encuentren circulando cerca de las poblaciones aledañas. Esto con la finalidad de no permitir que esas unidades automotores rebasen los 68 dB durante la jornada laboral.

Por otro lado, los trabajadores de maquinaria pesada, principalmente, deberán emplear tapones auditivos para mitigar el ruido.

Partículas suspendidas de polvo

Durante la etapa de preparación del sitio, en las actividades de desmonte, despalme y limpieza del sitio, así como durante el transporte de materiales, se removerá la capa edáfica (capa fértil de suelo) y superficial de los sitios de obra, generándose emisiones de partículas de polvos.

En este sentido, las emisiones de polvo a la atmósfera se reducirán en la medida en que el transporte de materiales se realice en vehículos de carga cubiertos con lona para evitar la proliferación de polvos.

El contratista deberá utilizar lonas para cubrir los camiones que transporten material terrígeno, hacia el sitio de la obra o lo saquen del mismo, y/o humedecer el material para evitar la dispersión de su contenido durante los recorridos.

AGUA

Manejo de aguas residuales

Para evitar la contaminación del suelo y por infiltración del agua subterránea con residuos líquidos, se utilizarán letrinas móviles para el uso de los trabajadores; para lo cual se recomienda que sea una letrina por cada 20 trabajadores. Dichas letrinas serán acondicionadas y mantenidas por empresas autorizadas, las cuales serán las responsables de la disposición final de los residuos que se generen. Evitando la defecación al aire libre que pudiera ser fuente de infección gastrointestinal.

Toda reparación, mantenimiento y lavado de maquinaria, equipo y vehículos se deberá efectuar en áreas de servicio preestablecidas. No se permitirá que estas acciones se efectúen en el área de trabajo en las cercanías de cuerpos de agua.

Drenes o cauces

En el caso del Vertedero Poniente por donde atraviesa el proyecto, se deberá evitar disponer de residuos de demolición y/o construcción que pudieran interrumpir el libre flujo natural del agua, sobre todo en época de lluvia o de manera permanente.

En caso de una situación de emergencia que requiera la reparación de un vehículo o maquinaria en el área de trabajo, se tomarán las medidas necesarias para evitar contaminar el suelo con aceites y grasas lubricantes. Todos los residuos que se generen en una situación de este tipo deben ser recogidos y llevados a un sitio autorizado para su depósito y confinamiento.

El suelo fértil, se almacenará temporalmente dentro del derecho de vía, pero fuera de la zona de drenes o del Vertedero Poniente, en donde no pueda afectar los drenajes, para su posterior traslado y uso a zonas destinadas para reforestación.

Los residuos de concreto producto del lavado de ollas de concreto, se deberán disponer en fosas de concreto, con la finalidad de evitar la contaminación del vertedero Poniente y/o el suelo.

SUELO

Erosión

Para disminuir el efecto de compactación del suelo y la mezcla de éste con el subsuelo, se recomienda controlar que los vehículos que circulen, sean los estrictamente necesarios.

Generación de residuos sólidos

Para evitar la contaminación del suelo por residuos sólidos domésticos, como basura generada por los trabajadores, se deberá establecer la siguiente medida de mitigación: recolección y depositación de residuos domésticos en tambos de 200 litros, señalizados para tal fin, y que posteriormente, serán transportados al relleno sanitario municipal o donde indique la autoridad competente.

Con base en lo anterior se deberá desarrollar un **Procedimiento para el manejo de residuos no peligrosos**, para las etapas de preparación del sitio y construcción, considerando los siguientes tipos de residuos sólidos: domésticos, industriales no peligrosos, rezaga, cascajos y materiales térreos producto de excavaciones.

Para el manejo de residuos en el programa se deben considerar los siguientes aspectos:

- a) Colocación de contenedores en áreas estratégicas de los diferentes frentes de trabajo, la recolección diaria de los residuos y su transporte al relleno sanitario.
- b) La recolección de los desechos sólidos se debe realizar en vehículos cerrados y empleados exclusivamente para tal fin. Se debe llevar un seguimiento para que la recolección se realice diariamente en todos los frentes de trabajo.

Toda reparación, mantenimiento y lavado de maquinaria, equipo y vehículos se efectuará en talleres de servicio preestablecidas.

Al finalizar la jornada de construcción, se deberá recoger todos los residuos de mezcla de concreto, arena y grava.

En caso de una situación de emergencia que requiera la reparación de un vehículo o maquinaria en el área de trabajo, se tomarán las medidas necesarias para evitar contaminar el suelo con aceites y grasas lubricantes. Todos los residuos que se generen en una situación de este tipo deben ser recogidos y llevados a un sitio autorizado para su depósito y confinamiento.

FLUJO VEHICULAR

Durante la preparación del sitio y construcción, se deberá contar con señalamientos, lo cual permitirá que los vehículos que circulan sobre la carretera, las principales vialidades y caminos de acceso, no se vean afectados por problemas de tránsito.

Asimismo, se deberán aplicar las siguientes disposiciones:

- Se deberán colocar letreros que anuncien la entrada y salida de vehículos y camiones de carga y/o maquinaria, en la entrada de cada camino de acceso a sitios de obra.
- Por otro lado, el horario de transporte de materiales, personal y residuos sólidos domésticos; se deberá realizar en un horario de menor tránsito.

CAPÍTULO VII
PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

ÍNDICE

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.....	1
VII.1. Pronóstico del escenario	1
VI.2. Programa de vigilancia ambiental.....	6

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla VII. 1. Escenario modificado.....	3
Tabla VII. 2. Listado de factores y componentes ambientales que se proponen implantar en el PMA- para el desarrollo del Proyecto.	7
Tabla VII. 3. Monitoreo de medidas para Atmósfera – Calidad del aire.....	8
Tabla VII. 4. Monitoreo de medidas para Atmósfera – Nivel de ruido.....	11
Tabla VII. 5. Monitoreo de medidas para Geomorfología – Relieve natural.	14
Tabla VII. 6. Monitoreo de medidas para Suelo – Estructura y calidad del suelo.	16
Tabla VII. 7. Monitoreo de medidas para Hidrología- Calidad del agua superficial y subterránea.	20
Tabla VII. 8. Monitoreo de medidas para Hidrología- Captación del agua.....	22
Tabla VII. 9. Supervisión y monitoreo de medidas para Paisaje – Calidad paisajística.	23
Tabla VII. 10. Monitoreo de medidas para Flora – Cubierta vegetal.....	24
Tabla VII. 11. Monitoreo de medidas para Fauna – Hábitat.....	25

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura VII. 1 Esquema PER - Indicadores de Calidad Ambiental	2
--	---

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

VII.1. Pronóstico del escenario

Un ecosistema es un sistema biológico formado por dos elementos indisolubles, el biotopo (conjunto de componentes abióticos por ejemplo clima, geología, geomorfología, hidrología superficial y subterránea, edafología, corrientes, etc.) y la biocenosis (conjunto de componentes bióticos: vegetación y fauna) que interactúan entre sí, constituyendo una unidad funcional básica de interacción de los organismos vivos entre sí y de éstos con el ambiente terrestre existente en un espacio y tiempo determinados.

Las funciones de un ecosistema se refieren al flujo de energía y al ciclo de materiales que circulan a través de los componentes estructurales del ecosistema (biotopo y biocenosis) y poseen una interdependencia natural. Su integridad funcional depende de la conservación de las complejas y dinámicas relaciones entre sus componentes. La capacidad de carga de un ecosistema es el límite o nivel umbral que tiene para soportar el desarrollo de una o varias actividades (uso del espacio o aprovechamiento de recursos) y garantizar la integridad funcional de un ecosistema.

La valoración de la calidad ambiental se llevará a cabo a través de indicadores ambientales. Un indicador ambiental es un elemento que describe, analiza y presenta información científicamente sustentada sobre las condiciones y tendencias ambientales y su significado (Florida Center for Public Management, 1998 en SEMARNAT, 2005).

Se adoptó el esquema de Presión-Estado-Respuesta (PER) el cual está basado en una lógica de causalidad: las actividades humanas ejercen presiones sobre el ambiente y cambian la calidad y cantidad de los recursos naturales (estado); asimismo, se responde a estos cambios a través de acciones específicas. Este modelo fue propuesto por la OCDE (Organización de Economía para la Cooperación y el Desarrollo) en 1993 y parte de cuestionamientos simples: ¿Qué está afectando al ambiente?, ¿Qué está pasando con el estado del ambiente?, ¿Qué estamos haciendo acerca de estos temas?

Se realizó una adaptación de este esquema con el fin de dar a la autoridad, los elementos necesarios para mostrar un panorama claro de las relaciones causa-efecto del proyecto. El esquema PER es una herramienta analítica que trata de categorizar o clasificar la información sobre los recursos naturales y ambientales a la luz de sus interrelaciones con las actividades sociodemográficas y económicas. Se basa en el conjunto de interrelaciones siguientes: las actividades humanas ejercen presión (P) sobre el ambiente, modificando con ello la cantidad y calidad, es decir, el estado (E) de los recursos naturales; la sociedad responde (R) a tales transformaciones con políticas generales y sectoriales (tanto ambientales como socioeconómicas), las cuales afectan y se retroalimentan de las presiones de las actividades humanas. Ver Figura VII.1.

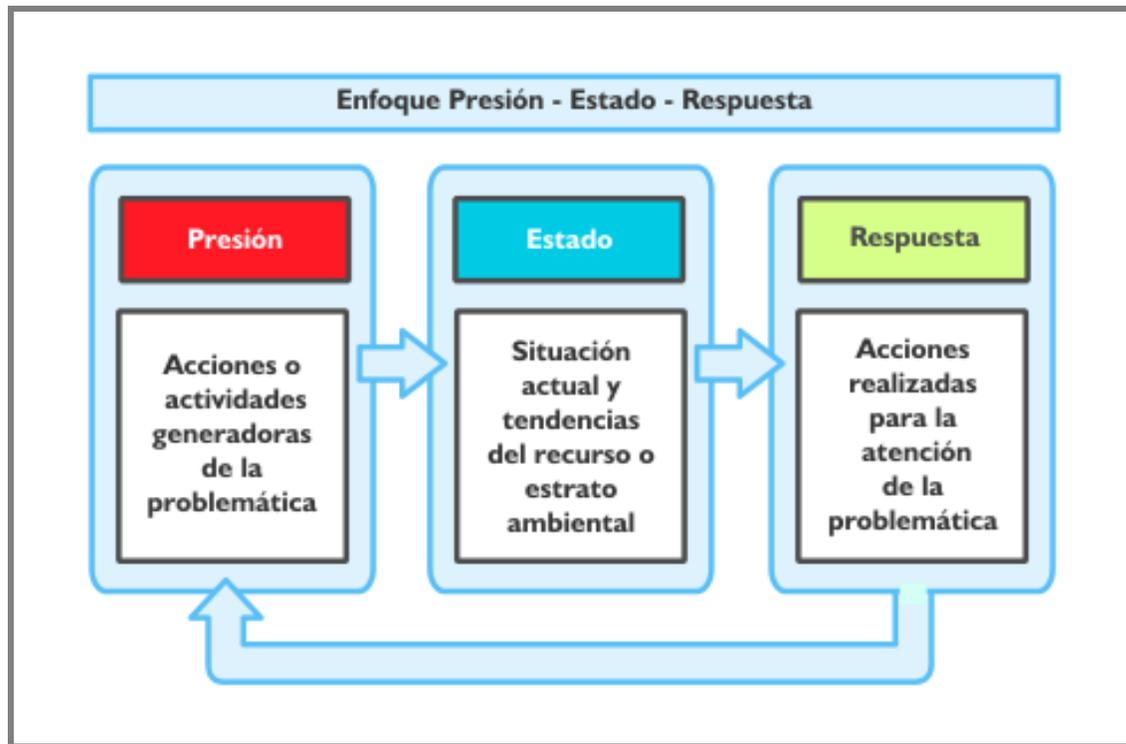


Figura VII. 1 Esquema PER - Indicadores de Calidad Ambiental

Fuente: Indicadores de desempeño ambiental. SEMARNAT.2005.

En el sitio de estudio, las afectaciones a los componentes que conforman el sistema abiótico serán en su mayoría puntuales y/o locales, y en algunos casos temporales e intermitentes, tanto en el sistema abiótico (calidad del aire, suelo, geología, geomorfología, hidrología superficial y subterránea) como en el sistema biótico (vegetación y fauna). En las siguientes tablas se describe el escenario actual, las actividades del proyecto que tienen un impacto sobre el componente ambiental y el escenario modificado por el proyecto sin la aplicación de las medidas de mitigación y por último el escenario esperado con la aplicación de las medidas de mitigación propuestas.

Tabla VII. 1. Escenario modificado

Escenario Actual	Actividades del proyecto que tienen impactos sobre algún componente ambiental	Escenario Modificado	
		Sin Medidas de Mitigación	Con Medidas de Mitigación
Aire			
Emisiones contaminantes	Emisiones de gases de combustión por el uso de vehículos y maquinaria, durante la etapa de preparación del sitio y construcción.	Alteración local y temporal de la calidad del aire por la emisión de gases de combustión, durante la etapa de preparación del sitio, construcción y abandono del sitio.	Debido a que la maquinaria y los medios de transporte que se utilizará durante la preparación del sitio, construcción y Abandono del sitio, se presentó un programa de mantenimiento preventivo y correctivo constante, y al programa de verificación vehicular, las emisiones que se generen cumplirán con los límites máximos permisibles establecidos en las normas: NOM-041-SEMARNAT-2006, NOM-042-SEMARNAT-1999, NOM-045-SEMARNAT-2006, NOM-050-SEMARNAT-1993 Se consideró que las emisiones de gases no sobrepasarán los límites máximos permisibles durante las etapas de preparación del sitio y construcción, toda vez que los vehículos y maquinaria contarán con un programa de mantenimiento.
	Emisión de polvos. Por el movimiento de tierra, durante las actividades de excavaciones en la etapa de preparación del sitio.	Se verán afectadas las vías respiratorias de los trabajadores.	Los camiones que Transporten materiales y residuos de excavación, contarán con una lona para cubrir dicho material y evitar la proliferación de polvos.
Ruido			

Escenario Actual	Actividades del proyecto que tienen impactos sobre algún componente ambiental	Escenario Modificado	
		Sin Medidas de Mitigación	Con Medidas de Mitigación
Actualmente la Autopista México – Querétaro y el Circuito Exterior Mexiquense, donde se localiza el proyecto es utilizada por vehículos particulares y de carga.	Incremento de los niveles de ruido por el tránsito de los vehículos, uso de la maquinaria de construcción y presencia de trabajadores, durante la preparación del sitio, construcción y abandono del sitio.	Incremento puntual y temporal de los niveles de ruido, ahuyentando a la fauna local y con posible daño en los sistemas auditivos de los trabajadores.	Los trabajadores contarán con tapones auditivos para mitigar el impacto del ruido; sin llegar a molestar a los pobladores vecinos. Se utilizará la maquinaria en horarios donde no afecte las actividades vehiculares y peatonales. Se cumplió con los niveles máximos permisibles en la NOM-081-SEMARNAT-1994.
Geomorfología			
El área donde se ubica el proyecto pertenece a una geomorfología tipo Lomerío, la roca sedimentaria aluvial.	Excavaciones para las estructuras en los sitios de soporte para las estructuras del viaducto elevado.	Inestabilidad de terrenos, sobre todo en épocas de lluvias.	Se realizará nivelación y conformación del terreno mediante estabilización de taludes, y manejo integral de residuos de excavación y transportados a bancos de tiros autorizados.
Suelo			
El tipo de suelo presente en el predio es Vertisol pelico, es un suelo que se encuentra en zonas áridas o semiáridas y se conforma de material no consolidado.	Uso de maquinaria y equipo durante la preparación del sitio y construcción.	Contaminación del suelo por derrames de grasas aceites y combustibles por la maquinaria utilizada.	El mantenimiento de la maquinaria y vehículos se realizará en un taller fuera del área del proyecto, evitando el derrame de aceites o combustibles. Sin embargo, se contará con procedimientos en caso de derrames. Se contará con contenedores para el almacenamiento de los residuos sólidos urbanos para su transporte y confinamiento en relleno sanitario de la zona.
	Almacenamiento, transporte y manejo de materiales y residuos sólidos urbanos y peligrosos, durante la preparación del sitio, construcción y abandono del sitio.	Contaminación del suelo por disposición inadecuada de los residuos sólidos.	
	Presencia del personal durante preparación del sitio, construcción y abandono del sitio.		
Hidrología			

Escenario Actual	Actividades del proyecto que tienen impactos sobre algún componente ambiental	Escenario Modificado	
		Sin Medidas de Mitigación	Con Medidas de Mitigación
Actualmente la calidad del agua del vertedero presente en el área del proyecto sobrepasa lo niveles establecidos por la NOM-001-SEMARNAT-1996 considerándose contaminado.	Durante los trabajos de instalación de estructuras, se manejarán materiales de construcción.	En caso de manejo inadecuado de material de excavación y de construcción, se puede provocar interrupción del Vertedero Poniente.	Contratación de una empresa para el transporte de residuos de excavación y residuos de construcción, así como de manejo adecuado de materiales de construcción.
	Generación de residuos líquidos, derivados de las necesidades sanitarias de los trabajadores.	Incremento de contaminación del cuerpo de agua denominado Vertedero Poniente, debido al inadecuado manejo de residuos sanitarios.	Manejo adecuado de los residuos sanitarios con la contratación de letrinas portátiles.
	Derrame de aceite gastado y combustible, así como posible Mantenimiento de la maquinaria y los vehículos involucrados en la obra.	Contaminación de cuerpo de agua denominado vertedero Poniente, por la generación de residuos peligrosos	Toda reparación, mantenimiento y lavado de maquinaria, equipo y vehículos se deberá efectuar en talleres fuera del sitio de obra.. No se permitirá que estas acciones se efectúen en el área de trabajo en las cercanías de cuerpos de agua. Se evitará la contaminación del suelo mediante la aplicación de un programa de manejo de residuos peligrosos, y con la contratación de una empresa autorizada para su transporte y confinamiento adecuado.
Paisaje			
Actualmente el lugar donde se ubica el proyecto presenta áreas urbanas y vegetación con pastizal inducido y plantación de árboles.	Colocación de estructuras para el Viaducto Elevado Tepalcapa. CEM. Presencia de maquinaria y trabajadores en las diferentes etapas del proyecto.	Presencia de residuos (sólidos urbanos, manejo especial y peligrosos) en el área del proyecto.	Manejo adecuado e integral de todos los residuos (residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos) a fin de dejar libres las áreas para la adecuada ejecución de actividades del Proyecto.
Vegetación			
Existen áreas con pastizal inducido y plantación de	Desmante del área del proyecto.	Disminución en el número de organismos herbáceos, arbustivos y árboles.	El material de vegetación producto de desmante y despalle será picado y

Escenario Actual	Actividades del proyecto que tienen impactos sobre algún componente ambiental	Escenario Modificado	
		Sin Medidas de Mitigación	Con Medidas de Mitigación
árboles, así como vegetación indicadora de perturbación resultado de las zonas urbanas.			esparcido en el terreno natural del sitio del Proyecto, con el objetivo de permitir la revegetación natural en áreas libres. Y donación de madera en rollo por la eliminación de árboles en los camellones de los cuerpos derecho e izquierdo.
Fauna			
En total se identificaron seis especies de aves en el área del proyecto. La mayoría de especies encontradas son comunes en zonas urbanas, ya que han logrado adaptarse a ciertos niveles de perturbación.	Desmante, preparación y construcción del Viaducto Elevado Tepalcapa. CEM.	Disminución en el número de organismos reportados.	Se realizará el ahuyentamiento de fauna previo a las actividades de desmante, es importante mencionar que las especies registradas son abundantes en la zona por lo que sus poblaciones no están en riesgo con el desarrollo del proyecto.

VI.2. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

Estrategias de Seguimiento y Control del Programa de Manejo ambiental (PMA).

En este apartado se describe el Programa de Manejo Ambiental (PMA), en el cual se presentan las líneas generales (estrategias) de protección de los recursos naturales, tales como aire, suelo y agua, entre otros; además, se establece el cumplimiento de requisitos legales y compromisos voluntarios establecidos para las etapas de construcción, operación, mantenimiento y abandono y desmantelamiento; así como las actividades directas para el Seguimiento de la Calidad Ambiental del Proyecto. Lo anterior, debido a que se producirán impactos ambientales de naturaleza adversa en donde algunos podrán ser más significativos dentro del Área de Influencia del Proyecto que otros.

Este programa es un instrumento de apoyo que establece las acciones que se requiere implementar para prevenir, mitigar, controlar, compensar y corregir los posibles efectos o impactos ambientales negativos causados en el desarrollo del Proyecto.

El PMA se presenta estructurado en “**fichas técnicas**”, en donde se abordan los impactos ambientales organizados por factor afectado y sus medidas de prevención y mitigación por cada

etapa del Proyecto; a continuación, se enlista la información a incluir en cada una de las fichas en cuestión:

- Componentes ambientales (como son el aire, el ruido, el agua, el suelo, la vegetación y la fauna, así como el paisaje, entre otros);
- Descripción de los posibles impactos ambientales;
- Clave de los impactos ambientales;
- Descripción de la medida;
- Clave de la medida;
- Etapa de aplicación de la medida;
- Indicadores de Calidad Ambiental;
- Frecuencia de Monitoreo;
- Umbral de Alerta;
- Umbral Inadmisibles, y
- Medidas Preventivas y Correctivas

Tabla VII. 2. Listado de factores y componentes ambientales que se proponen implantar en el PMA-para el desarrollo del Proyecto.

Factores y componentes ambientales por evaluar	
Atmósfera – Calidad del aire	Hidrología – Captación del agua
Atmósfera – Nivel de ruido	Paisaje – Calidad paisajística
Geomorfología – Relieve natural	Flora – Cubierta vegetal
Suelo – Estructura y calidad del suelo	Fauna – Hábitat
Hidrología – Calidad del agua superficial y subterránea	

Fuente: Elaboración propia.

Para el seguimiento y control del **Programa de Monitoreo Ambiental** se desarrollarán fichas de monitoreo, cumpliendo con la aplicación de cada medida de control, prevención, mitigación y/o compensación en función de las actividades que se estén desarrollando de acuerdo con el Programa de Obra.

Las fichas identificarán para cada fase del proyecto o actividad, las obras o acciones que se contemplan ejecutar, la forma, el lugar y oportunidad de su ejecución; y la referencia de la página del estudio, donde se describirá detalladamente dicha obra, estas deberán cumplir con los ejemplos que a continuación se presentan.

Tabla VII. 3. Monitoreo de medidas para Atmósfera – Calidad del aire.

COMPONENTE AMBIENTAL: Atmósfera		FACTOR AMBIENTAL: Calidad del Aire					
Medida	Etapa de aplicación de la Medida	Indicadores de Calidad Ambiental	Frecuencia de Monitoreo	Umbral de Alerta	Umbral Inadmisibles	Medidas Preventivas y/o Correctivas	Clave del impacto
Descripción							
Vigilancia e instrumentación de Programa de Mantenimiento Preventivo, para la maquinaria, vehículos y equipos, asegurando que se mantendrán afinados de acuerdo con programa, con el objeto de emitir un mínimo de emisiones contaminantes a la atmósfera.	Preparación del sitio, construcción, abandono del sitio	Número de servicios / Frecuencia establecida en el Programa	Mensual de acuerdo con los tiempos establecidos en el Programa de mantenimiento a maquinaria, equipo y vehículos	- Problemas de operación y/o mantenimiento de maquinaria, equipo y vehículos - Que los vehículos, maquinaria y equipo se encuentren funcionando sin ser necesario	Emisiones visibles provenientes de maquinaria y equipo	- Revisión de la operación de maquinaria, equipo y vehículos, para identificar la falla.	MCA-01
						Programar mantenimiento correctivo a maquinaria, equipo y vehículos	MCA-02
						Reemplazar maquinaria y equipo obsoleto	MCA-03
						Verificación de bitácoras de los contratistas (maquinaria, equipos y vehículos)	MCA-04
Cumplimiento del programa de verificación vehicular para los casos en que aplique	Preparación del Sitio, Construcción, y abandono del sitio	Recibos de la verificación por la dependencia correspondiente/Registro en bitácora	Semestral	- Mal funcionamiento de vehículos/emisión de humo	- Humo proveniente del escape frecuente/humos negros	Programar mantenimiento correctivo a vehículos	MCA-05
						Reemplazar vehículos obsoletos	MCA-06
Se exigirá que toda la maquinaria y equipos que	Preparación del Sitio,	- Cumplimiento / No Cumplimiento	- Continuo durante las	- Mal funcionamiento	- Descomposturas	Reemplazo inmediato	MCA-07

COMPONENTE AMBIENTAL: Atmósfera		FACTOR AMBIENTAL: Calidad del Aire					
Medida	Etapas de aplicación de la Medida	Indicadores de Calidad Ambiental	Frecuencia de Monitoreo	Umbral de Alerta	Umbral Inadmisibles	Medidas Preventivas y/o Correctivas	Clave del impacto
Descripción							
se utilicen se encuentren en perfectas condiciones y sean de modelos recientes. Se pedirá el retiro de toda la maquinaria obsoleta	Construcción, y abandono del sitio		etapas del proyecto	de maquinaria, equipos y vehículos	durante su funcionamiento.		
Humedecimiento o riego periódico de las áreas de trabajo con agua cruda	Preparación del Sitio, Construcción y Abandono del sitio	- Polvaredas	Diario	- Material de excavación disperso y mal dispuesto	- Polvaredas frecuentes en un día	Humedecimiento inmediato de superficies	MCA-08
Dotación de equipo de protección respiratoria a todos los trabajadores expuestos;	Preparación del Sitio, Construcción, y abandono del sitio	- Enfermedades en los trabajadores producto de exposición a emisiones fuertes o polvaredas	- Diario (verificación de que el personal que trabaja expuesto a donde se generan más emisiones o dispersión de partículas use su mascarilla durante todo el tiempo de ejecución de la actividad)	-Identificación visual de polvos en los alrededores -Material de excavación disperso y mal dispuesto	-Enfermedades previas (examen médico)	Proporcionar la mascarilla y verificar el uso adecuado de esta durante las actividades.	MCA-09
						Examen médico	MCA-10
Transporte de material residual y/o particulado producto de excavaciones,	Preparación del Sitio, Construcción,	- Volúmenes de transporte de materiales -Cubiertas disponibles	-Durante las salidas de camiones	-Llenado excesivo de materiales en las tolvas	-Caídos de materiales o dispersión	Verificación del llenado de tolvas (camiones de	MCA-12

COMPONENTE AMBIENTAL: Atmósfera		FACTOR AMBIENTAL: Calidad del Aire					
Medida	Etapa de aplicación de la Medida	Indicadores de Calidad Ambiental	Frecuencia de Monitoreo	Umbral de Alerta	Umbral Inadmisibles	Medidas Preventivas y/o Correctivas	Clave del impacto
Descripción							
en tolvas (camiones de carga) cubiertas con lonas para evitar la dispersión de partículas	abandono del sitio		-Verificación en la entrada	-Cubiertas de tamaños inadecuados	excesiva de partículas a través de las tolvas o camiones de carga	carga)	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla VII. 4. Monitoreo de medidas para Atmósfera – Nivel de ruido.

COMPONENTE AMBIENTAL: Atmósfera		FACTOR AMBIENTAL: Nivel de ruido					
Medida Descripción	Etapas de aplicación de la Medida	Indicadores de Calidad Ambiental	Frecuencia de Monitoreo	Umbral de Alerta	Umbral Inadmisible	Medidas Preventivas y/o Correctivas	Clave de medida
<p>Vigilancia e instrumentación de Programa de Mantenimiento Preventivo, para la maquinaria, vehículos y equipos de acuerdo con lo indicado en los manuales de los fabricantes, asegurando que se mantendrán afinados de acuerdo con programa, con el objeto de emitir un mínimo de ruido.</p> <p>Vigilancia del buen estado de funcionamiento de vehículos contratados a terceros para el desarrollo de todas las actividades del proyecto.</p>	Preparación del Sitio, Construcción, y abandono del sitio	Número de servicios / Frecuencia establecida en el Programa Registro de las actividades de mantenimiento de acuerdo a programa	Mensual de acuerdo con los tiempos establecidos en el Programa de mantenimiento a maquinaria, equipo y vehículos	<p>-Problemas de operación y/o mantenimiento de maquinaria, equipo y vehículos</p> <p>- Que los vehículos, maquinaria y equipo se encuentren funcionando sin ser necesario</p>	- Sobrepasar los límites máximos permisibles de ruido de maquinaria y equipo	Revisión de la operación de maquinaria, equipo y vehículos, para identificar la falla.	MAR-01
						Programar mantenimiento correctivo a maquinaria, equipo y vehículos	MAR-02
						Reemplazar maquinaria y equipo obsoleto	MAR-03

COMPONENTE AMBIENTAL: Atmósfera		FACTOR AMBIENTAL: Nivel de ruido					
Medida Descripción	Etapas de aplicación de la Medida	Indicadores de Calidad Ambiental	Frecuencia de Monitoreo	Umbral de Alerta	Umbral Inadmisible	Medidas Preventivas y/o Correctivas	Clave de medida
Se verificará que los vehículos que laboren dentro de las áreas de trabajo cuenten con sistemas de reducción de ruido que operen adecuadamente (mofles/ silenciadores) Observancia de las Normas Oficiales Mexicanas NOM-080-SEMARNAT-1994 según aplique en las distintas etapas de implementación del proyecto, evitando en todo momento pasar los límites de los parámetros establecidos en dichas Normas.	Preparación del Sitio, Construcción, y abandono del sitio	Rebasar los LMP de las NOM-080-SEMARNAT-1994 (según aplique en cada etapa)	Mensual/	- No instalar los silenciadores	- Percepción de ruido fuera de los límites del Proyecto	- Realizar la instalación de los silenciadores - Reemplazar maquinaria y equipo obsoleto	MAR-03
Uso de tapones auditivos por el personal expuesto a ruidos excesivos.	Preparación del Sitio, Construcción, y abandono el	- Cumplimiento / No Cumplimiento	Continuo	- Ruido excesivo en los frentes o secciones del proyecto	- Percepción de ruido fuera del Predio del Proyecto.	- Uso obligatorio de tapones auditivos	MAR-04

COMPONENTE AMBIENTAL: Atmósfera		FACTOR AMBIENTAL: Nivel de ruido					
Medida Descripción	Etapas de aplicación de la Medida	Indicadores de Calidad Ambiental	Frecuencia de Monitoreo	Umbral de Alerta	Umbral Inadmisible	Medidas Preventivas y/o Correctivas	Clave de medida
	sitio			- Que los trabajadores no usen tapones auditivos			
Ejecución de acciones de ahuyentamiento de fauna, previo inicio de actividades constructivas. Y coordinación de ejecución de actividades hasta que no se tenga avistamientos de fauna. Supervisión ambiental durante el piloteado (los primeros golpes se realizarán de forma suave y espaciada dando oportunidad a la fauna de que se aleje)	Preparación del Sitio y Construcción	Mediciones con sonómetro o dispositivos similares	Continuo previo a las acciones del proyecto que generarán ruidos excesivos	- Presencia de fauna durante las actividades del proyecto generadoras de ruidos excesivos	Presencia de fauna muerta posterior a los trabajos en donde se generó ruido	- Recorridos previos de los especialistas y la supervisión ambiental en el sitio de trabajo (de 30 a 20 min antes de que inicien las actividades) a fin de asegurarse que el ahuyentamiento de fauna se lleve a cabo.	MAR-05

Fuente: Elaboración propia.

Tabla VII. 5. Monitoreo de medidas para Geomorfología – Relieve natural.

COMPONENTE AMBIENTAL: Geomorfología		FACTOR AMBIENTAL: Relieve natural					Clave del impacto		
Medida	Etapa de aplicación de la Medida	Indicadores de Calidad Ambiental	Frecuencia de Monitoreo	Umbral de Alerta	Umbral Inadmisibles	Medidas Preventivas y/o Correctivas			
Descripción									
Nivelación y conformación del terreno mediante estabilización de taludes	Preparación del Sitio y Construcción	Nivelación de los terrenos según proyecto Volúmenes (en m ³) de excavaciones establecidos	Frecuente en la ejecución de las actividades	-	Excavaciones fuera de los sitios establecidos	- Extender el área de intervención	Sujetarse a las superficies indicadas	MGR-01	
							Respetar el tiempo de ejecución de las acciones	MGR-02	
							Implementación de medidas físicas para evitar erosión y arrastre de sedimentos	MGR-03	
Rescate y conservación de suelo producto de los despalme. Separando el suelo fértil (capa orgánica superficial), para su posterior uso en las áreas libres.	Preparación del Sitio y Construcción	Evidencia de erosión por exposición del suelo	Diaria durante la ejecución del desmonte y despalme	-	Evidencia de suelo seco y cuarteado	- Dispersión de suelo rescatado	- Formación de cárcavas	Ejecución del despalme de forma gradual según el avance de obra	MGR-04
								- Intervención de áreas de acuerdo con programa	MGR-05
								- mantenimiento del suelo rescatado de forma adecuada	MGR-06
Manejo integral de residuos de excavación y de todos los residuos generados por las obras y/o actividades del proyecto a fin de evitar la contaminación del suelo.	Preparación del Sitio, Construcción, y abandono del sitio	- Cumplimiento / No Cumplimiento	- Durante todo el desarrollo y operación del Proyecto.	-	No contar con los procedimientos, insumos y capacitación adecuados para el manejo de los residuos.	- Dispersión y combinación y almacenamiento de residuos de diferentes tipos de forma inadecuada	- Generación	Registro de entradas y salidas de residuos	MGR-07
								Vigilancia de las actividades para el manejo integral de los residuos	MGR-08
								Capacitación al personal de obra y operativo sobre el manejo de residuos	MGR-09
								Stock adecuado de insumos para el manejo adecuado de residuos	MGR-10
								Recuperación inmediata y tratamiento de suelo contaminado	MGR-11

COMPONENTE AMBIENTAL: Geomorfología		FACTOR AMBIENTAL: Relieve natural					
Medida	Etapa de aplicación de la Medida	Indicadores de Calidad Ambiental	Frecuencia de Monitoreo	Umbral de Alerta	Umbral Inadmisibles	Medidas Preventivas y/o Correctivas	Clave del impacto
Descripción							
					de fauna nociva por el mal manejo - Manchas de aceites, hidrocarburos en el suelo		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla VII. 6. Monitoreo de medidas para Suelo – Estructura y calidad del suelo.

COMPONENTE AMBIENTAL: Suelo		FACTOR AMBIENTAL: Estructura y calidad del suelo					
Medida	Etapa de aplicación de la Medida	Indicadores de Calidad Ambiental	Frecuencia de Monitoreo	Umbral de Alerta	Umbral Inadmisibles	Medidas Preventivas y/o Correctivas	Clave del impacto
Descripción							
Nivelación y conformación del terreno mediante estabilización de taludes	Preparación del Sitio y Construcción	Nivelación de los terrenos según proyecto. Volúmenes de excavaciones	Frecuente en la ejecución de las actividades	- Cortes de terreno o excavaciones fuera de los sitios establecidos	- Extender el área de intervención	Sujetarse a las superficies indicadas	MSE-01
						Respetar el tiempo de ejecución de las acciones	MSE-02
						Implementación de medidas físicas para evitar erosión y arrastre de sedimentos	MSE-03
Rescate y conservación de suelo producto de los despalmes. Separando el suelo fértil para su dispersión	Preparación del Sitio	Evidencia de erosión por exposición del suelo	Diaria durante la ejecución del desmonte y despalme	- Evidencia de suelo seco y cuarteado - Dispersión de suelo rescatado	- Formación de cárcavas	Ejecución del despalme de forma gradual según el avance de obra	MSE-04
						- Intervención de áreas de acuerdo con programa	MSE-05
						mantenimiento del suelo rescatado de forma adecuada	MSE-06
Manejo integral de residuos de excavación y de todos los residuos generados por las obras y/o actividades del proyecto a fin de evitar la contaminación del suelo.	Preparación del Sitio, Construcción, abandono del sitio	- Cumplimiento / No Cumplimiento	- Diario durante las etapas de Preparación del sitio, Construcción y Abandono del sitio	- No contar con los procedimientos, insumos y capacitación adecuados para el manejo de los residuos.	- Dispersión y combinación y almacenamiento de residuos de diferentes tipos de forma inadecuada - Generación de fauna nociva por el mal manejo - Manchas de aceites,	Registro de entradas y salidas de residuos	MSE-07
						Vigilancia de las actividades para el manejo integral de los residuos	MSE-08
						Capacitación al personal de obra y operativo sobre el manejo de residuos	MSE-09

COMPONENTE AMBIENTAL: Suelo		FACTOR AMBIENTAL: Estructura y calidad del suelo					
Medida	Etapas de aplicación de la Medida	Indicadores de Calidad Ambiental	Frecuencia de Monitoreo	Umbral de Alerta	Umbral Inadmisibles	Medidas Preventivas y/o Correctivas	Clave del impacto
Descripción							
					hidrocarburos en el suelo	Stock adecuado de insumos para el manejo adecuado de residuos	MSE-10
						- Recuperación inmediata y tratamiento de suelo contaminado	MSE-11
Reutilización posterior del suelo rescatado en actividades de dispersión de suelo	Preparación del Sitio	Volúmenes (60.49 m ³) de suelo reutilizado	Diaria durante la preparación del sitio	Excedentes de suelo rescatado	No utilización de suelo rescatado	Registro de actividades en bitácora	MSE-12
						Registro de volumen de suelo reutilizado	MSE-13
El desmonte se realizará de manera escalonada conforme lo vaya requiriendo la construcción, para minimizar el tiempo que estará descubierto el suelo y, por ende, minimizar la pérdida de suelo por erosión.	Preparación del Sitio	Avance de ejecución de actividades (m ²)	- Continua durante el desarrollo de las actividades de desmonte y despalle	- Áreas descubiertas de vegetación	- Áreas completamente desmontadas y despalmadas	Revisión constante de las áreas	MSE-14
						Registro de actividades en bitácora	MSE-15
Vigilancia e implementación de un Programa de Mantenimiento Preventivo para toda la maquinaria, equipos y vehículos utilizados a fin de evitar derrames de	Preparación del Sitio, Construcción, y abandono del sitio	Número de servicios / Frecuencia establecida en el Programa Registro de las actividades de mantenimiento de acuerdo con	Mensual de acuerdo con los tiempos establecidos en el Programa de mantenimiento a maquinaria, equipo y vehículos	-Problemas de operación y/o mantenimiento de maquinaria, equipo y vehículos	- Fugas y/o derrames de tanques de combustible de maquinaria, equipos, vehículos	Programar mantenimiento correctivo inmediato a maquinaria, equipo, vehículos	MSE-16
						Reemplazar maquinaria y equipo obsoleto	MSE-17
						Atención inmediata a derrame (según procedimiento)	MSE-18

COMPONENTE AMBIENTAL: Suelo		FACTOR AMBIENTAL: Estructura y calidad del suelo					
Medida	Etapas de aplicación de la Medida	Indicadores de Calidad Ambiental	Frecuencia de Monitoreo	Umbral de Alerta	Umbral Inadmisibles	Medidas Preventivas y/o Correctivas	Clave del impacto
Descripción							
combustibles o aceites		programa				-Tratamiento inmediato del suelo	MSE-19
Manejo adecuado e integral de los residuos peligrosos, separándolos por tipo de residuos en contenedores herméticos con tapa previamente identificados, y almacenándolos de forma temporal hasta su recolección y traslado por una empresa autorizada para tal fin, que cuente con las acreditaciones correspondientes para el manejo de los residuos.	Preparación del Sitio, Construcción, y abandono del sitio	- Cumplimiento / No Cumplimiento	- Diario durante la etapas de Preparación del Sitio, Construcción, y abandono del sitio	- No contar con los procedimientos, insumos y capacitación adecuados para el manejo de los residuos.	- Dispersión y combinación y almacenamiento de residuos de diferentes tipos de forma inadecuada - Manchas de hidrocarburos en el suelo	Registro de entradas y salidas de residuos	MSE-20
						Vigilancia de las actividades para el manejo integral de los residuos peligrosos Capacitación al personal de obra y operativo sobre el manejo de residuos peligrosos	MSE-21
						Stock adecuado de insumos para el manejo adecuado de residuos peligrosos	MSE-22
						Revisión de contenedores	MSE-23
						Recuperación inmediata y tratamiento de suelo contaminado	MSE-24
Manejo adecuado de las aguas residuales generadas por actividades de servicios)	Preparación del Sitio, Construcción, y abandono del sitio	Numero de fugas o evidencia de derrames de aguas residuales de las letrinas portátiles	Diario	Evidencia de fugas y derrames de aguas residuales	Evidencia de que las aguas residuales hayan llagado al suelo natural (mancha)	Atención inmediata a la fuga o derrame para su contención	MSE-25
						Si aplica realizar el tratamiento inmediato del suelo	MSE-26
						Reporte de actividades en bitácora	MSE-27

COMPONENTE AMBIENTAL: Suelo		FACTOR AMBIENTAL: Estructura y calidad del suelo					
Medida	Etapas de aplicación de la Medida	Indicadores de Calidad Ambiental	Frecuencia de Monitoreo	Umbral de Alerta	Umbral Inadmisibles	Medidas Preventivas y/o Correctivas	Clave del impacto
Descripción							
						Mantenimiento adecuado de letrinas	MSE-28
Mantenimiento periódico y adecuado de las instalaciones en general, Incluye el mantenimiento periódico del Viaducto elevado.	Operación y Mantenimiento	Cumplimiento / No Cumplimiento	Periódico según las instalaciones	Evidencia de corrosión, agrietamiento de concreto en estructuras del viaducto elevado	Evidencia de corrosión o agrietamiento de concreto en estructuras	Mantenimiento inmediato la sitios con corrosión y áreas con concreto	MSE-29
						Reporte de actividades en bitácora	MSE-30
						Revisión constante de las áreas, para identificación de corrosión o agrietamientos	MSE-31

Fuente: Elaboración propia.

Tabla VII. 7. Monitoreo de medidas para Hidrología- Calidad del agua superficial y subterránea.

COMPONENTE AMBIENTAL: Hidrología		FACTOR AMBIENTAL: Calidad del agua superficial y subterránea					
Medida	Etapas de aplicación de la Medida	Indicadores de Calidad Ambiental	Frecuencia de Monitoreo	Umbral de Alerta	Umbral Inadmisible	Medidas Preventivas y/o Correctivas	Clave de impacto
Descripción							
Vigilancia e implementación de un Programa de mantenimiento preventivo para toda la maquinaria, equipos y vehículos utilizados a fin de evitar derrames de combustibles o aceites	Preparación del Sitio, Construcción, y abandono del sitio	Número de servicios / Frecuencia establecida en el Programa Registro de las actividades de mantenimiento de acuerdo con programa	Semanal de acuerdo con los tiempos establecidos en el Programa de mantenimiento a maquinaria, equipo, vehículos	-Problemas de operación y/o mantenimiento de maquinaria, equipo y vehículos	- Fugas y/o derrames de tanques de combustible de maquinaria, equipos y vehículos	Programar mantenimiento correctivo inmediato a maquinaria, equipos y vehículos	MHC-01
						Reemplazar maquinaria, equipos y vehículos	MHC-02
						Atención inmediata a derrame (según procedimiento)	MHC-03
						Tratamiento inmediato del suelo (según normatividad aplicable)	MHC-04
Manejo integral de los residuos (RSU, RME y RP) en conformidad a como lo establece la LGPGIR y su Reglamento contando con las siguientes fases (según aplique por los tipos de residuos.	Preparación del Sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento, Cierre desmantelamiento y abandono	- Cumplimiento / No Cumplimiento	- Continuo	- No contar con los procedimientos, insumos y capacitación adecuados para el manejo integral de los residuos.	- Dispersión, combinación y almacenamiento de residuos de diferentes tipos de forma inadecuada - Manchas de hidrocarburos en el suelo	Registro de entradas y salidas de residuos	MHC-05
						Vigilancia de las actividades para el manejo integral de los residuos peligrosos y de todo tipo	MHC-06
						Capacitación al personal de obra y operativo sobre el	MHC-07

COMPONENTE AMBIENTAL: Hidrología		FACTOR AMBIENTAL: Calidad del agua superficial y subterránea					
Medida	Etapa de aplicación de la Medida	Indicadores de Calidad Ambiental	Frecuencia de Monitoreo	Umbral de Alerta	Umbral Inadmisibles	Medidas Preventivas y/o Correctivas	Clave de impacto
Descripción							
						manejo de residuos	
						Stock adecuado de insumos para el manejo adecuado de residuos	MHC-08
						Revisión de almacenes y contenedores	MHC-09
						Recuperación inmediata y tratamiento de suelo contaminado	MHC-10
						Atención a derrames de acuerdo con procedimiento	MHC-11
Manejo adecuado de las aguas residuales generadas por actividades de servicios; para lo cual en las etapas de preparación del sitio, construcción y abandono del sitio, se hará uso de sanitarios portátiles (rentados) a los cuales se les dará el mantenimiento preventivo adecuado a fin de evitar derrames.	Preparación del Sitio, Construcción y Abandono del sitio	- Cumplimiento / No Cumplimiento	Semanal	- Tanques de almacenaje de residuos sanitarios llenos	- Fugas de los tanques de almacenamiento de aguas residuales y derrames	Registro de actividades en bitácora	MHC-12
						Programación con el contratista para la recolección inmediata de las aguas residuales	MHC-13
						Mantenimiento de los sanitarios	MHC-14

Fuente: Elaboración propia.

Tabla VII. 8. Monitoreo de medidas para Hidrología- Captación del agua.

COMPONENTE AMBIENTAL: Hidrología		FACTOR AMBIENTAL: Captación del agua					Clave del impacto
Medida	Etapa de aplicación de la Medida	Indicadores de Calidad Ambiental	Frecuencia de Monitoreo	Umbral de Alerta	Umbral Inadmisible	Medidas Preventivas y/o Correctivas	
Descripción							
El desmonte se realizará de manera escalonada conforme lo vaya requiriendo la construcción, para minimizar el tiempo que estará descubierto el suelo y, por ende, minimizar la pérdida de captación del agua en el suelo.	Preparación del Sitio y Construcción	Avance de ejecución de actividades (m ²)	- Continua durante el desarrollo de las actividades de desmonte y despalle	- Áreas descubiertas de vegetación	- Áreas completamente desmontadas y despalmadas	Revisión constante de las áreas	MHA-01
						Registro de actividades en bitácora	MHA-02

Fuente: Elaboración propia.

Tabla VII. 9. Supervisión y monitoreo de medidas para Paisaje – Calidad paisajística.

COMPONENTE AMBIENTAL: Paisaje		FACTOR AMBIENTAL: Calidad del paisaje					
Medida	Etapa de aplicación de la Medida	Indicadores de Calidad Ambiental	Frecuencia de Monitoreo	Umbral de Alerta	Umbral Inadmisible	Medidas Preventivas y/o Correctivas	Clave del impacto
Descripción							
Manejo adecuado e integral de todos los residuos (residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos) a fin de dejar libres las áreas para la adecuada ejecución de actividades del Proyecto	Preparación del Sitio, Construcción y Abandono del sitio	- Cumplimiento / No Cumplimiento	Continuo	- No contar con los procedimientos, insumos y capacitación adecuados para el manejo de los residuos.	- Dispersión, combinación y almacenamiento de residuos de diferentes tipos de forma inadecuada	Registro de entradas y salidas de residuos	MPC-01
						Vigilancia de las actividades para el manejo integral de los residuos peligrosos y de todo tipo	MPC-02
						Capacitación al personal de obra y operativo sobre el manejo de residuos	MPC-03
						Stock adecuado de insumos para el manejo adecuado de residuos	MPC-04
						Revisión de contenedores	MPC-05
						Recuperación inmediata y tratamiento de suelo contaminado	MPC-06
						Atención a derrames de acuerdo con procedimiento	MPC-07

Fuente: Elaboración propia.

Tabla VII. 10. Monitoreo de medidas para Flora – Cubierta vegetal.

COMPONENTE AMBIENTAL: Flora		FACTOR AMBIENTAL: Cubierta vegetal					Clave del impacto
Medida	Etapas de aplicación de la Medida	Indicadores de Calidad Ambiental	Frecuencia de Monitoreo	Umbral de Alerta	Umbral Inadmisibles	Medidas Preventivas y/o Correctivas	
Descripción							
El material de vegetación producto de desmonte y despalle será picado y esparcido en el terreno natural del sitio del Proyecto, con el objetivo de permitir la revegetación natural en áreas libres. El volumen de madera en rollo producto de la eliminación de los árboles de los cuerpos Izquierdo y Derecho, se deberán donar a los pobladores cercanos o disponerlos donde lo indique la autoridad.	Preparación del sitio	Cumplimiento / No Cumplimiento Volumen de material dispuesto (m ³)	Posterior al despalle de forma continua.	No disponer material de despalle predios adyacentes.	- Disposición inadecuada de material producto de la trituración	- Recuperar, material de despalle para disponerlo en predios adyacentes o reutilizarlo en áreas adyacentes.	MFC-01
Desarrollo de actividades de Reforestación con especies de agave y/o cactáceas, que requieran escaso mantenimiento y agua.	Construcción	Cumplimiento / No Cumplimiento de reforestación	Posterior a la plantación de manera semanal.	No llevar a cabo de mantenimiento	- No sobrevivencia de los organismos de Reforestación	- Recuperar los individuos muertos posterior a la Reforestación.	MFC-02

Fuente: Elaboración propia.

Tabla VII. 11. Monitoreo de medidas para Fauna – Hábitat.

COMPONENTE AMBIENTAL: Fauna		FACTOR AMBIENTAL: Hábitat					
Medida	Etapa de aplicación de la Medida	Indicadores de Calidad Ambiental	Frecuencia de Monitoreo	Umbral de Alerta	Umbral Inadmisible	Medidas Preventivas y/o Correctivas	Clave del impacto
Descripción							
Ejecución de actividades de ahuyentamiento de fauna	Preparación del Sitio, Construcción	<ul style="list-style-type: none"> - Diversidad de especies. -Abundancia. -Presencia. - Número de Organismos Reubicados. - Identificación cuando se presenten. 	<ul style="list-style-type: none"> - Diario durante estas etapas 	<ul style="list-style-type: none"> - No dar seguimiento a las acciones del Programa. - Reincidencia de fauna 	<ul style="list-style-type: none"> - Mortandad de individuos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Revisar las causas de mortandad, revisar las acciones realizadas 	MFH-01
Las actividades de desmonte se llevarán a cabo, primeramente en zonas de menor a mayor densidad de vegetación con el fin de permitir el desplazamiento de fauna	Preparación del Sitio						
Se controlará la velocidad de tránsito en Viaducto Elevado Tepalcapa- CEM.	Preparación del Sitio, Construcción, y Abandono el sitio						
Se controlará la velocidad de tránsito en las inmediaciones del Viaducto Elevado Tepalcapa- CEM, como medida preventiva, pudiendo colocar reductores de velocidad y señalización alusiva a la protección de la fauna silvestre.	Preparación del Sitio, Construcción y Abandono del sitio	<ul style="list-style-type: none"> - 40 km/hr - Cumplimiento / No Cumplimiento 	<ul style="list-style-type: none"> - Durante el desarrollo del Proyecto 	<ul style="list-style-type: none"> - Exceso de velocidad en vehículos 	<ul style="list-style-type: none"> - Atropellamiento de fauna. 	<ul style="list-style-type: none"> En caso de que se lastime un organismo de fauna silvestre , durante las actividades, se procederá a brindarle atención médica de inmediato, y permanecerá en cautiverio hasta que la evaluación de personal especializado determine la 	MFH-02

COMPONENTE AMBIENTAL: Fauna		FACTOR AMBIENTAL: Hábitat					
Medida	Etapa de aplicación de la Medida	Indicadores de Calidad Ambiental	Frecuencia de Monitoreo	Umbral de Alerta	Umbral Inadmisible	Medidas Preventivas y/o Correctivas	Clave del impacto
Descripción							
						reintroducción al medio ambiente.	
Prohibir las actividades de caza, colecta, pesca, tráfico de especies y/o cualquier otra actividad que perjudique de manera directa a las especies de fauna silvestre.	Preparación del Sitio, Construcción, y Abandono del sitio	- Cumplimiento / No Cumplimiento	- Durante el desarrollo del Proyecto	- Daño o afectación a alguna especie de fauna silvestre en el área de desarrollo del Proyecto	- Caza, captura o comercialización de especies en el área de desarrollo del Proyecto	En caso de que se lastime un organismo de fauna silvestre durante las actividades se procederá a brindarle atención médica de inmediato, y permanecerá en cautiverio hasta que la evaluación de personal especializado determine la reintroducción al medio ambiente.	MFH-03
						La persona que sea sorprendida cazando, capturando o comercializando especies, será consignada a las autoridades	MFH-04

Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES:

El Proyecto “**Viaducto Elevado Tepalcapa –Circuito Exterior Mexiquense**”, se ubica en su totalidad en el Estado de México, entre los municipios de Tultitlán de Mariano Escobedo y Cuautitlán Izcalli.

El Proyecto se encuentra en zona urbana con un significativo estado de perturbación, otros usos que se encuentran en la zona cercana al área del proyecto son zonas urbanas.

El Proyecto no se contrapone a ninguna de los objetivos, políticas y estrategias incluidas en los programas de desarrollo urbano, y coadyuvará en ser un detonante para el crecimiento económico de la región debido a la generación de empleos temporales.

El proyecto fue elaborado de acuerdo con las políticas de protección del medio ambiente afectando de manera mínima los recursos naturales y, la cual conlleva a la generación de empleos temporales en sus diferentes etapas, apoyando al desarrollo económico de la población de la región.

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 México, así como de los municipios por donde atraviesa el Proyecto, por lo que se considera que la realización del mismo es viable.

Se presentan 64 impactos ambientales; de los cuales: en la etapa de Preparación del Sitio se presentan 15 negativos y 14 positivos; en la etapa de Construcción 13 negativos y 6 positivos y; en la Operación y Mantenimiento 11 negativos y 2 positivos.

Se presentan 69 impactos ambientales; de los cuales: en la etapa de Preparación del Sitio se presentan 28 impactos ambientales, de los cuales 22 son negativos y 6 positivos; en la etapa de Construcción 22, 16 negativos y 6 positivos; en la Operación y Mantenimiento 5, 1 negativo y 4 positivos y; Abandono del sitio 14 impactos, 10 negativos y 4 positivos.

Cabe destacar que la mayoría de los impactos ambientales adversos identificados cuentan con medida de mitigación.

Por lo anteriormente expuesto, se considera que el Proyecto, es ambientalmente **Factible** siempre y cuando se apliquen las medidas de mitigación propuestas.

CAPÍTULO VIII
IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE
SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES

ÍNDICE

VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información señalada en las fracciones anteriores.....	1
VIII.1. Planos de localización	1
VIII.2. Glosario de términos	1
VIII.3. Bibliografía.....	5

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES

VIII.1. Planos de localización

En el anexo 6 se presentan los planos topográficos con la localización del proyecto.

VIII.2 Glosario de términos

Para ilustrar el significado de los factores y atributos ambientales incluidos en la técnicas de Matriz de Leopold, Redes de Causa-efecto y Evaluación de Gómez Orea, y de esta manera facilitar su uso adecuado, se ha preparado el presente glosario descriptivo. Asimismo, se han incluido algunos términos de uso frecuente en el análisis del impacto ambiental.

A continuación se presentan los significados de algunos términos comúnmente empleados con relación al impacto ambiental:

Términos de uso frecuente en análisis ambiental

Ambiente. Es el complejo total de factores físicos, químicos, biológicos, sociales, culturales, económicos, estéticos, que afectan a los individuos y a las comunidades, y en última instancia determinan su forma, su carácter, sus relaciones y supervivencia.

Aprovechamientos. Es el uso o explotación racional y sostenida de recursos o bienes naturales.

Área de Influencia. Es el área donde se presenta o tienen influencia los impactos adversos o benéficos de un proyecto. Un mismo proyecto puede tener diferentes áreas de influencia, dependiendo de los factores ambientales que se vean afectados.

Área del proyecto. Es la superficie que ocupará físicamente las obras, instalaciones, servicios, infraestructura, terrenos, etc. de un proyecto.

Atributos Ambientales. Son las características específicas del ambiente que definen la calidad, integridad y comportamiento de un área dada.

Contaminación. Es toda materia o sustancias, sus combinaciones o compuestos, los derivados químicos o biológicos, así como toda forma térmica, radiaciones ionizantes, vibraciones o ruido que al incorporarse o actuar con la atmósfera, agua, suelo, flora, fauna o cualquier elemento ambiental, alteren o modifiquen su composición o afecten la salud humana.

Ecología. Es el estudio de las relaciones entre los organismos o grupos de organismos con su medio ambiente.

Ecosistema. Es la unidad básica de interacción de los organismos vivos entre sí y con el ambiente en un espacio determinado (Ej. Selvas, bosques, entre otros)

Efecto Significativo al Ambiente. Es el relativo a una acción en la cual el total de consecuencias primarias y secundarias acumuladas, alteran significativamente la calidad del medio humano, reducen las oportunidades de un uso benéfico del mismo o interfieren en la consecución de objetivos ambientales de largo plazo.

Impacto a Corto Plazo. Es aquél cuyos efectos significativos ocurren en lapsos relativamente breves.

Impacto a largo Plazo. Es aquél cuyos efectos significativos ocurren en lapsos distantes del inicio de la acción.

Impacto Acumulado. Es aquél en que sus efectos vienen a sumarse directa o sinérgicamente a condiciones ya presentes en el ambiente o a otros impactos.

Impacto Ambiental. Cualquier alteración de las condiciones ambientales o creación de un nuevo conjunto de condiciones ambientales, adverso o benéfico, causadas o inducidas por la acción o conjunto de acciones consideradas.

Impacto Directo. Es la alteración que sufre un elemento del ambiente en algunos de sus atributos por la acción directa del hombre o la naturaleza.

Impacto Indirecto o Inducido. Son los efectos que se derivan de los impactos primarios, o de la interacción de todos aquellos que integran un proyecto.

Impacto Irreversible. Es aquél que por la naturaleza de la alteración no permitirá que las condiciones originales se restablezcan.

Impacto residual. Es aquel cuyos efectos persistirán en el ambiente, por lo que requieren de la aplicación de medidas de atenuación que consideren el uso de la mejor tecnología disponible.

Impacto Reversible. Es aquél cuyos efectos sobre el ambiente pueden ser mitigados de forma tal, que se restablezcan las condiciones preexistentes a la realización de la acción.

Matriz de Cribado Ambiental. Es aquella que como columnas contiene a las actividades del proyecto y como filas a los factores y atributos ambientales, y sirve para identificar los posibles impactos que el proyecto va a producir.

Medida de Mitigación. Es la implementación o aplicación de cualquier política, estrategia, acción, equipo, sistema, etc. tendiente a minimizar en lo posible los impactos adversos que se pueden presentar durante la construcción y operación de una obra.

Monitoreo Ambiental. Es la determinación sistemática de la calidad de los parámetros que integran el ambiente.

Parámetros del Ambiente. Son variables que representan características particulares de los atributos ambientales.

Prevención. Es la disposición anticipada de medidas para evitar daños al ambiente.

Técnicas de Análisis de Impacto Ambiental. Son los mecanismos técnicos que conducen a la evaluación directa o indirecta de los impactos que se derivan de la interacción del proyecto en sus distintas fases con los factores y atributos ambientales que definen la calidad del sitio de ubicación y el entorno.

Criterios de calificación de impactos.

a) Naturaleza del impacto (benéfico o adverso).

Impacto. Es la modificación realizada por la naturaleza o por las acciones del hombre sobre su medio ambiente.

Impacto Benéfico. Se refiere al carácter positivo de las actividades del proyecto, sobre las condiciones originales (existentes antes del inicio del proyecto) de algún atributo ambiental.

Impacto Adverso. Se refiere al carácter de afectación de las actividades del proyecto, sobre las condiciones originales (existentes antes del inicio del proyecto) de algún atributo ambiental.

A esta calificación primaria, que se realizará a cada uno de los impactos generados, en cada etapa del proyecto, se le soporta con una evaluación, además de la aplicación de valores asignados, con lo cual se obtendrá una evaluación global. Dado lo anterior, a continuación se presentan los criterios de evaluación:

b) Magnitud.

Extensión del impacto con respecto al área de influencia a través del tiempo, expresada en términos cuantitativos.

c) Duración.

El tiempo que dura el impacto con referencia al momento en que se presenta el evento causal o se ejecuta la acción de impacto.

d) Reversibilidad.

Se refiere a la posibilidad de recuperación de las características originales del sitio impactado. Bajo estos términos, el impacto puede ser **reversible** o **irreversible**.

Reversibilidad. Ocurre cuando la alteración causada por impactos generados por la realización de obras o actividades sobre el medio natural puede ser asimilada por el entorno debido al funcionamiento de procesos naturales de la sucesión ecológica y de los mecanismos de autodepuración del medio.

Irreversible. Aquel cuyo efecto supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar por medios naturales a la situación existente antes de que se ejecutara la acción que produce el impacto.

Importancia.

Importancia del impacto, Indica qué tan significativo es el efecto del impacto en al ambiente. Para ello se considera lo siguiente:

- La condición en que se encuentran el o los elementos o componentes ambientales que se verán afectados.
- La relevancia de la o las funciones afectadas en el sistema ambiental.
- La calidad ambiental del sitio, la incidencia del impacto en los procesos de deterioro.
- La capacidad ambiental expresada como el potencial de asimilación del impacto y la de regeneración o autorregulación del sistema.

Tipos de Medidas de Mitigación:

a) Medidas de Manejo. Aplicación obligatoria de las Normas Oficiales Mexicanas, así como Planes de Contingencias Ambientales, de Seguridad e Higiene. Así como criterios de protección descritos en Planes de Ordenamientos y Áreas Naturales Protegidas existentes en el área.

b) Medidas de prevención. Son aquellas encaminadas a impedir que un impacto ambiental se presente. Entre ellas se encuentran las actividades de mantenimiento, planes y programas de emergencia, y algunas otras medidas encaminadas al mismo fin.

c) Medidas de minimización o mitigación. Cuando el efecto adverso se presenta en el ambiente sin posibilidad de eliminarlo, se implementan medidas que tiendan a disminuir sus efectos; tales medidas se diferencian de las de control, en que éstas siempre tienden a disminuir el efecto en el ambiente cuando se aplican, mientras que las de control sólo lo regulan para que no aumente el impacto en el ambiente. Entre las medidas de mitigación más comunes se encuentran la toma de decisión sobre un proyecto o de una actividad del proyecto, a partir de la posibilidad de emplear diversas alternativas. Otras medidas de mitigación tienen relación con el rescate del medio que puede ser afectado, como por ejemplo el trasplante de organismos vegetales.

d) Medidas de restauración. Son aquellas medidas que tienden a promover la existencia de las condiciones similares a las iniciales.

Medidas de compensación. Un impacto ambiental puede provocar daños al ecosistema que hacen necesarios aplicar medidas que compensen sus efectos. Por lo general estos impactos ambientales que requieren compensación son en su gran mayoría irreversibles. Algunas de las actividades que se incluyen en este tipo de medidas, son la repoblación vegetal o la inversión en obras de beneficio al ambiente. Especialmente la medida no es aplicable en el sitio, sino en áreas equivalentes o similares a las afectadas.

VIII.3 Bibliografía

Aranda, M. 2000. Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México. CONABIO-Instituto de Ecología, A.C. México.

Challinger A. 1998. Utilización y Conservación de los Ecosistemas Terrestres de México. Pasado, presente y futuro. CONABIO - Inst. de Biología – Sierra Madre. México. 847 pp.

CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad). 1999. Mapas de Vegetación Potencial y Provincias Biogeográficas. Escala 1:1000000. México.

FAO. 1980. Metodología provisional para la evaluación de la degradación de los suelos. Roma, Italia. 86 p.

FAO/UNESCO/ISRIC 1988. Mapa de Suelos Dominantes., Primera aproximación, Escala 1:4,000,000. Primera edición. 1999. SEMARNAP, CP , INEGI. México. D. F.

García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía. UNAM.

Instituto Nacional Forestal y de la Fauna. 1988. Proyecto FAO/ Holanda//INFOR. Proyecto Comunal de Reforestación. 166 p.p

Pieter G, Kirchner S, Díaz A, Granados C. y Orozco L. 1988. Producción Forestal. Manual para educación agropecuaria. Ed. Trillas. 134 pp.

Peterson y Chalif, 1981. Aves de México. Ed. Diana. 235 p.p

PROCYMAF. Especies con Usos No Maderables en Bosques de Encino, Pino y Pino-Encino en línea: semarnat.gob.mx consultado en septiembre de 2008.

Ramírez-Pulido, J. y A. Castro-Campillo. 1993. Bibliografía reciente de los mamíferos de México: 1989-1993. UAM-I. México, 216 pp.

Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Ed. Limusa. 432 pp.

SEDESOL-UNAM. 1994. Manual de reforestación con especies nativas. SEDESOL-UNAM. México. 219 p.p

Villa-R. y F. A. Cervantes. 2003. *Los mamíferos de México*. Grupo Editorial Iberoamérica, S. A. de C. V. e Instituto de Biología, UNAM, México, VIII + 140 pp + CD.

Wischmeier, W. H. and D. D. Smith. 1978. Predicting Rainfall Erosion Losses-A Guide to Conservation Planning. USDA Agric. Handbook No. 537. 58 p.

En internet:

<http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/libros/376/hidrosis.html>

<http://edafologia.ugr.es/carto/tema01/faogene.htm>

<http://www.semarnat.gob.mx>
<http://www.conafor.gob.mx>
<http://www.conabio.gob.mx>

Legislación y normatividad:

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

Ley General de Vida Silvestre.

Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental

Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Ordenamiento Ecológico

Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Áreas Naturales Protegidas

Reglamento De La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable