



# 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**

**I DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL. \_\_\_\_\_ 2**

**I.1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO \_\_\_\_\_ 2**

I.1.1 NOMBRE DEL PROYECTO. \_\_\_\_\_ 2

I.1.2 UBICACIÓN (DIRECCIÓN) DEL PROYECTO. \_\_\_\_\_ 2

I.1.3 DURACIÓN DEL PROYECTO. \_\_\_\_\_ 7

**I.2. DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE \_\_\_\_\_ 8**

I.2.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL. \_\_\_\_\_ 8

I.2.2 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES DEL PROMOVENTE. \_\_\_\_\_ 8

I.2.3 NOMBRE Y CARGO DEL REPRESENTANTE LEGAL. EN SU CASO, ANEXAR COPIA CERTIFICADA DEL PODER CORRESPONDIENTE. \_\_\_\_\_ 8

I.2.4 DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE O DE SU REPRESENTANTE LEGAL PARA RECIBIR U OÍR NOTIFICACIONES. \_\_\_\_\_ 8

I.2.5 NOMBRE DEL CONSULTOR QUE ELABORÓ EL ESTUDIO. \_\_\_\_\_ 10

I.2.6 Dirección del responsable técnico del estudio. \_\_\_\_\_ 10

**INDICE DE TABLAS**

Tabla II. 1. Datos del Responsable Técnico. .... 10

**INDICE DE IMÁGENES**

Imagen I. 1. Localización del proyecto en distintos órdenes de gobierno..... 3

Imagen I. 2. Vías de acceso ..... 4

Imagen I. 3. Vista Satelital del Proyecto ..... 5

Imagen I. 4. Localización de las oficinas de la SCT, DF ..... 9

Imagen I. 5. Centro SCT Oaxaca..... 9

**INDICE DE FOTOGRAFÍAS**

Fotografía I. 1. Inicio del proyecto..... 7

Fotografía I. 2. Final del proyecto ..... 7

## 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.

El proyecto que pongo a su consideración para su evaluación corresponde al siguiente:

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL CAMINO: E.C.(TLAPA-MARQUELIA) - ILIATENCO, TRAMO: DEL KM 0+000 AL KM 5+000, EN LOS MUNICIPIOS DE MALINALTEPEC E ILIATENCO, EN EL ESTADO DE GUERRERO.**

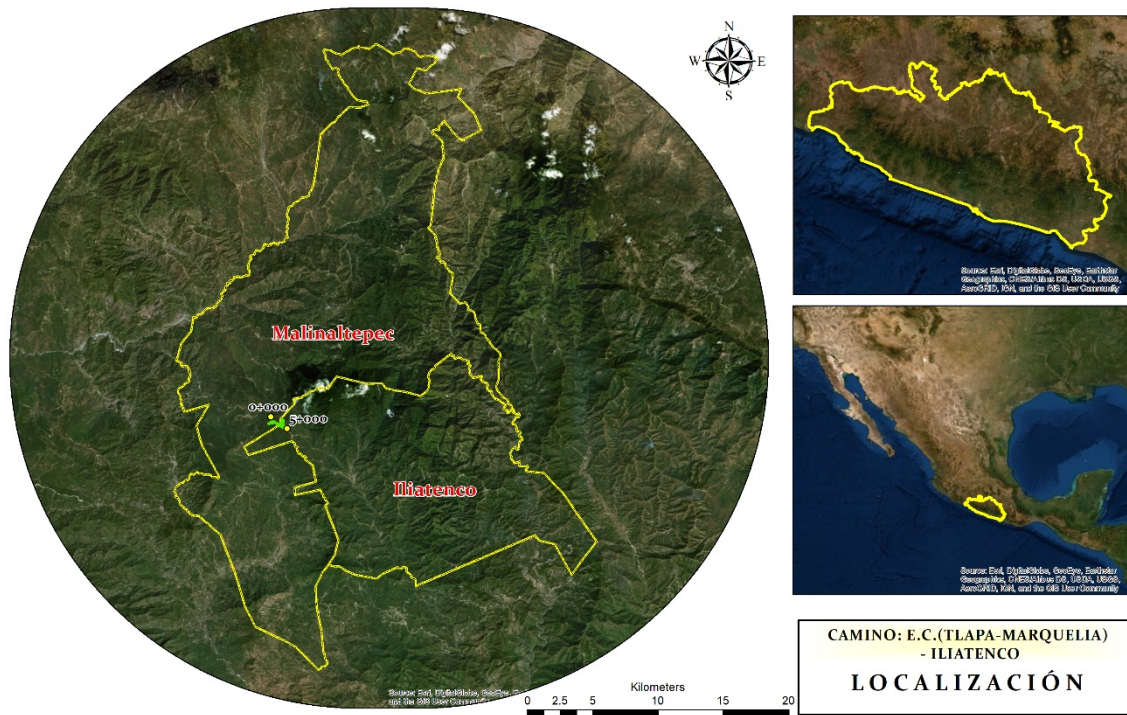
#### I.1.2 UBICACIÓN (DIRECCIÓN) DEL PROYECTO.

El proyecto: MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL CAMINO: E.C.(TLAPA-MARQUELIA) - ILIATENCO, TRAMO: DEL KM 0+000 AL KM 5+000, EN LOS MUNICIPIOS DE MALINALTEPEC E ILIATENCO, EN EL ESTADO DE GUERRERO, como su nombre lo indica se desarrolla en el Estado de Guerrero, del cual se menciona lo siguiente: El estado de Guerrero, situado en el sur de la República Mexicana, se localiza totalmente en la zona tropical, entre los 16° 18' y 18° 48' de latitud norte y los 98° 03' y 102° 12' de la longitud Oeste. Limita al norte con los estados de: México, Morelos, Puebla y Michoacán; al sur, con el océano Pacífico; al este con Puebla y Oaxaca; y al oeste con Michoacán y el Pacífico. El estado de Guerrero tiene una extensión territorial de 63,794 kilómetros cuadrados, que representan el 3.2% de la superficie total de la República Mexicana. Su forma es irregular; la mayor anchura es de 222 kilómetros y la mayor longitud es de 461 kilómetros; su litoral es de 500 kilómetros aproximadamente. Así mismo el proyecto se localiza en los siguientes municipios:

- Malinaltepec: Se encuentra al sureste de Chilpancingo, sobre la carretera federal Chilpancingo-Tlapa, en donde al llegar a esta última localidad se halla la desviación que tiene aproximadamente 78 kilómetros para llegar a la población de Malinaltepec. Colinda al norte con Xalpatlahuac y Copanatoyac; al sur con San Luis Acatlán; al este con Atlamajalcingo del Monte y Métlatonoc y al oeste con Tlacoapa. Pertenece a la región montañosa; ubicada en los paralelos 16°57" y 17°24" de latitud norte y en los 98°36" y 98°51" de latitud oeste respecto al meridiano de Greenwich. La cabecera municipal está situada a 1,789 metros sobre el nivel del mar. Cuenta con una extensión territorial de 479.85 kilómetros cuadrados, representando el 0.77 por ciento respecto al total del estado.
- Iliatenco: Se localiza a 1,030 metros sobre el nivel del mar. Ubicado entre los paralelos 17°03' de latitud norte y 98°41' de longitud oeste respecto al meridiano de Greenwich. Colinda al norte con el municipio de Malinaltepec; al Oeste con el municipio de Malinaltepec; al Sur con el municipio de San Luis Acatlan y al Este con el municipio de Metlatonoc. El municipio tiene una extensión territorial de 237 kilómetros cuadrados, que representan el 0.37 por ciento de la superficie total del estado.

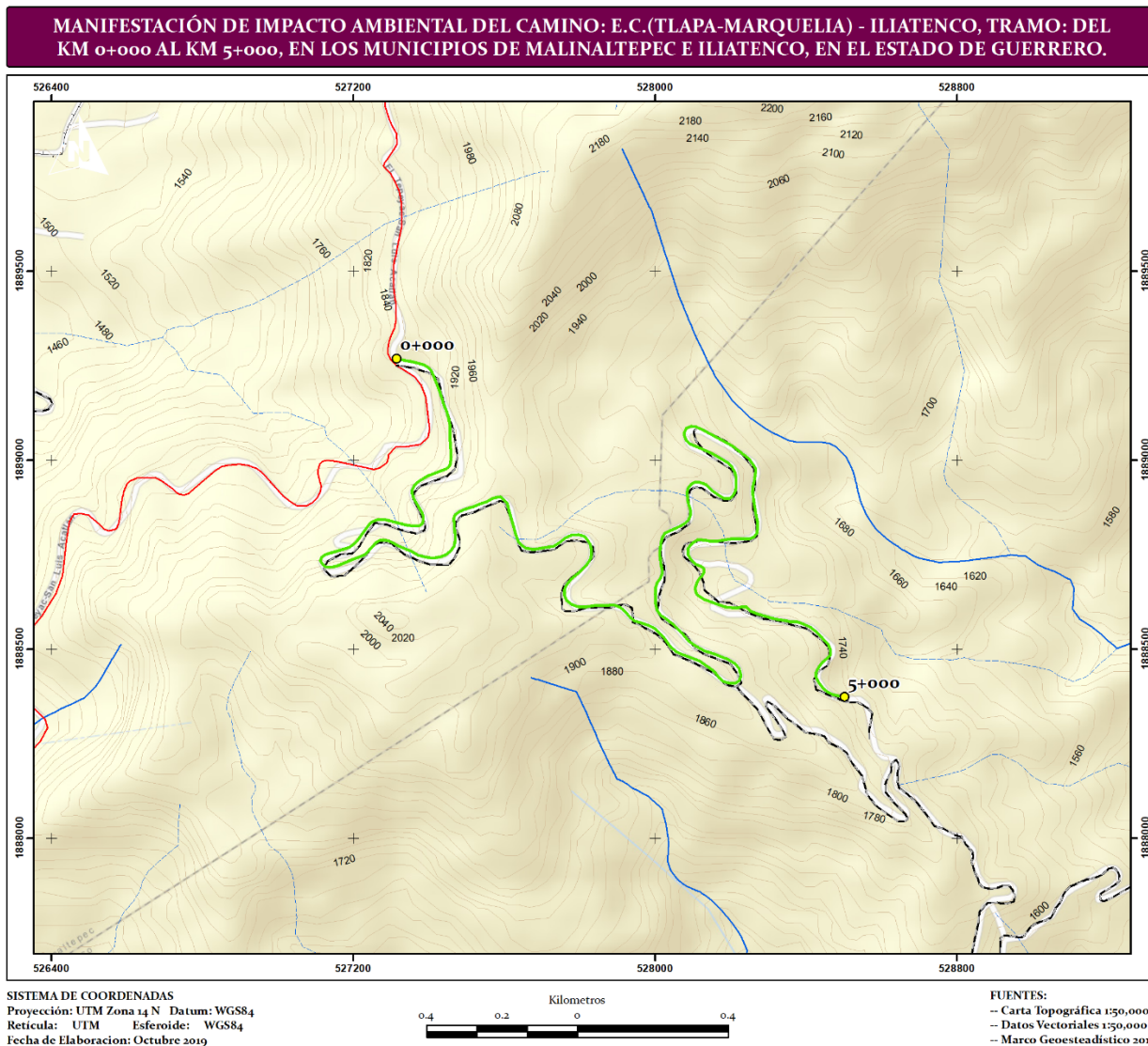
En las siguiente imagen se muestra la localización del proyecto

Imagen I. 1. Localización del proyecto en distintos órdenes de Gobierno



Fuente: SECIRA 2019

Imagen I. 2. Vías de acceso



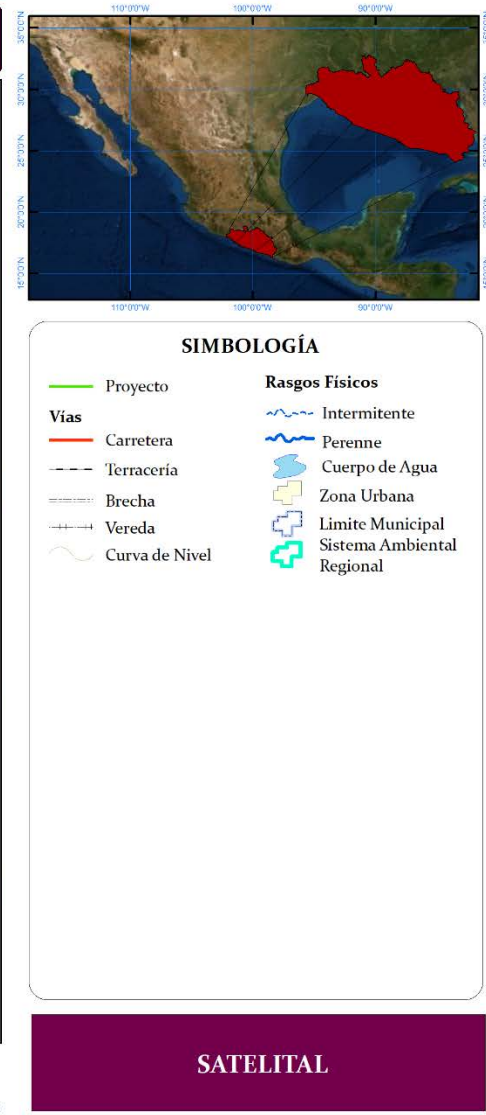
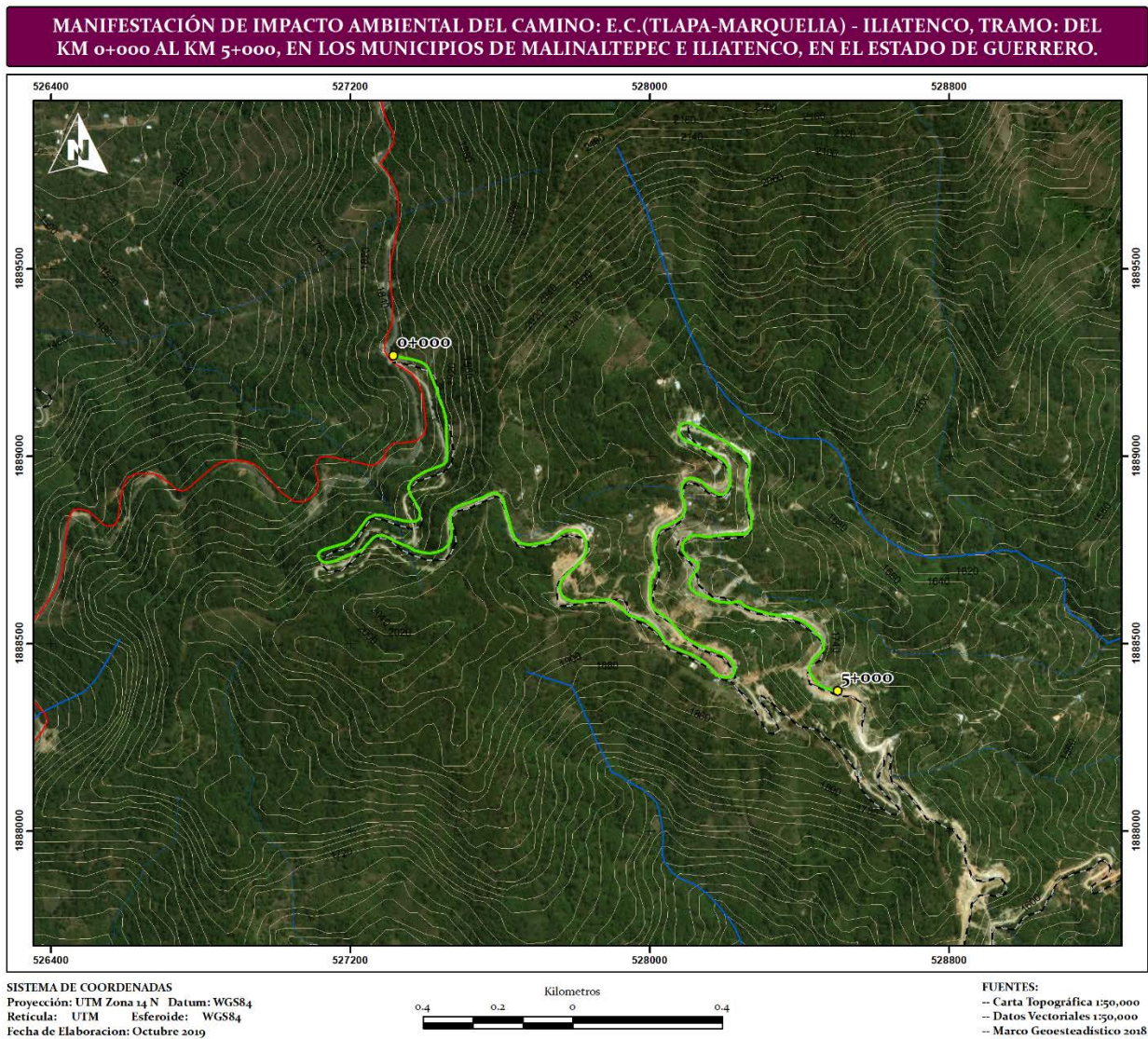
**SIMBOLOGÍA**

<p><b>Vías</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: green;">—</span> Proyecto</li> <li><span style="color: red;">—</span> Carretera</li> <li><span style="border-bottom: 1px dashed black;">—</span> Terracería</li> <li><span style="border-bottom: 1px dotted black;">—</span> Brecha</li> <li><span style="border-bottom: 1px dashed gray;">—</span> Vereda</li> <li><span style="color: gray;">—</span> Curva de Nivel</li> </ul>	<p><b>Rasgos Físicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: blue;">—</span> Intermitente</li> <li><span style="color: blue;">—</span> Perenne</li> <li><span style="color: blue;">—</span> Cuerpo de Agua</li> <li><span style="background-color: yellow; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 10px; height: 10px;"></span> Zona Urbana</li> <li><span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 10px; height: 10px;"></span> Limite Municipal</li> <li><span style="color: green; border: 1px solid green; display: inline-block; width: 10px; height: 10px;"></span> Sistema Ambiental Regional</li> </ul>
---	--

**VÍAS DE ACCESO**

Fuente: SECIRA 2019

Imagen I. 3. Vista Satelital del Proyecto



Fuente: SECIRA 2019

El proyecto consiste en la modernización de un camino alimentador, el cual se encuentra a nivel de terracería y será modernizado a un camino Tipo D, conforme a las especificaciones de la SCT, para concluir en un camino con un ancho de corona y calzada de 6.0 metros, en la siguiente tabla se muestran las coordenadas del camino calculadas con el Datum WGS85 zona 14N.

Tabla I. 1. Coordenadas del proyecto.

KM	UTM		GEOGRÁFICAS	
	ESTE	NORTE	LATITUD	LONGITUD
0+000	527313	1889269	17° 5' 15.529"	-98° 44' 35.823"
0+250	527456	1889095	17° 5' 9.861"	-98° 44' 30.992"
0+500	527357	1888906	17° 5' 3.714"	-98° 44' 34.351"
0+750	527226	1888810	17° 5' 0.596"	-98° 44' 38.787"
1+000	527205	1888741	17° 4' 58.352"	-98° 44' 39.501"
1+250	527426	1888742	17° 4' 58.375"	-98° 44' 32.023"
1+500	527576	1888902	17° 5' 3.575"	-98° 44' 26.941"
1+750	527731	1888775	17° 4' 59.435"	-98° 44' 21.702"
2+000	527761	1888667	17° 4' 55.920"	-98° 44' 20.692"
2+250	527952	1888574	17° 4' 52.885"	-98° 44' 14.234"
2+500	528157	1888438	17° 4' 48.450"	-98° 44' 7.304"
2+750	528100	1888511	17° 4' 50.828"	-98° 44' 9.229"
3+000	528017	1888713	17° 4' 57.405"	-98° 44' 12.028"
3+250	528083	1888921	17° 5' 4.171"	-98° 44' 9.785"
3+500	528185	1888998	17° 5' 6.672"	-98° 44' 6.330"
3+750	528169	1889057	17° 5' 8.593"	-98° 44' 6.869"
4+000	528266	1888856	17° 5' 2.048"	-98° 44' 3.596"
4+250	528084	1888763	17° 4' 59.029"	-98° 44' 9.759"
4+500	528202	1888609	17° 4' 54.013"	-98° 44' 5.773"
4+750	528433	1888540	17° 4' 51.757"	-98° 43' 57.960"
5+000	528501	1888374	17° 4' 46.352"	-98° 43' 55.667"

Fuente: SECIRA 2019

El proyecto se desarrolla en una Sierra Alta Compleja de la Sierra madre del Sur, donde la vegetación predominante es el Bosque de Pino – Encino, en ambos estados sucesionales (primario y secundario), se trata de un camino que busca conectar las localidades de Agua Fría y Alchipahuac, en las siguientes imágenes se muestra el inicio y el final del proyecto a modernizar.

Fotografía I. 1. Inicio del proyecto



Fuente: SECIRA 2019

Fotografía I. 2. Final del proyecto



Fuente: SECIRA 2019

### 1.1.3 DURACIÓN DEL PROYECTO.

El proyecto se pretende construir en un periodo de 5 años, la vida útil del mismo es de 50 años aproximadamente, aunque con las adecuadas medidas de prevención y mantenimiento se espera que la vida útil del proyecto se alargue indefinidamente.



## I.2. DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE

### I.2.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL.

Secretaría de Comunicaciones y Transportes.  
Subsecretaría de Infraestructura.  
Dirección General de Carreteras.  
Centro SCT Guerrero

### I.2.2 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES DEL PROMOVENTE.

SCT0605035L0

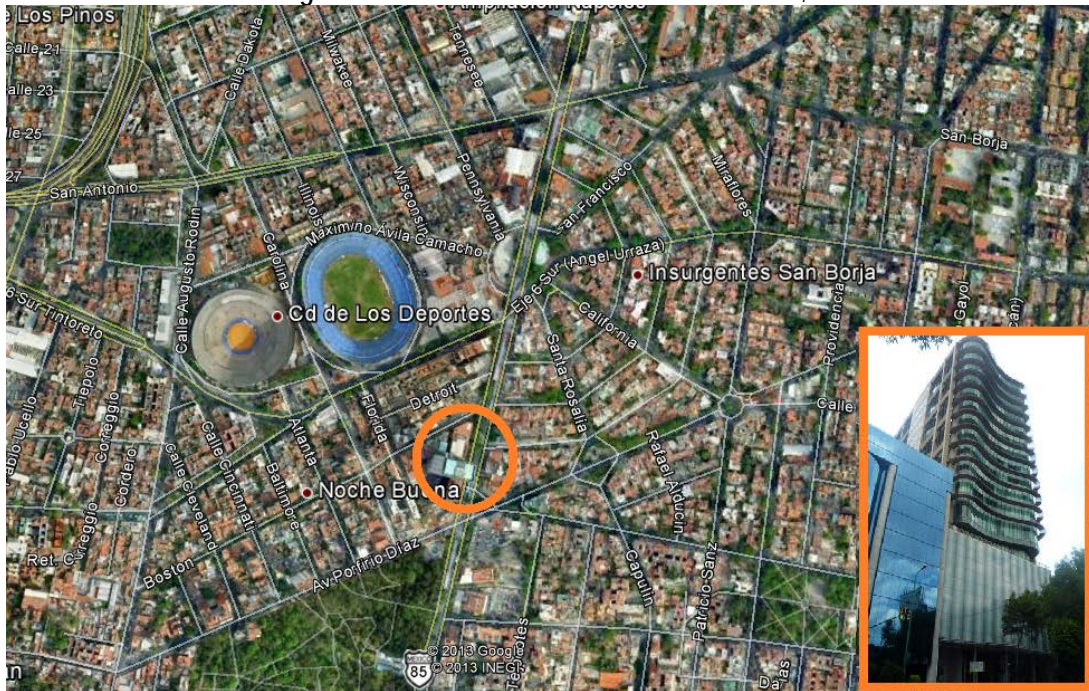
### I.2.3 NOMBRE Y CARGO DEL REPRESENTANTE LEGAL. EN SU CASO, ANEXAR COPIA CERTIFICADA DEL PODER CORRESPONDIENTE.

El Representante legal es el Ing. Cesar Valenzo Sotelo, quien funge como Director General del Centro SCT Guerrero. En los anexos (Ver Anexo), se presenta copia del documento que lo acredita y su identificación oficial.

### I.2.4 DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE O DE SU REPRESENTANTE LEGAL PARA RECIBIR U OÍR NOTIFICACIONES.

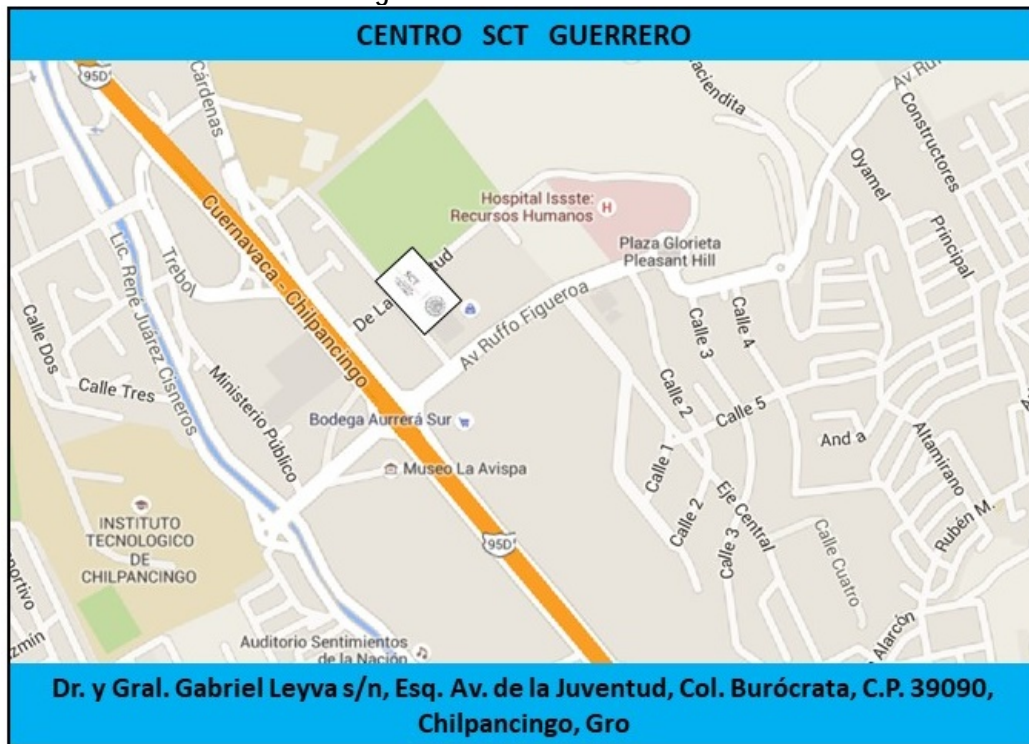
El domicilio para recibir notificaciones en la ciudad de México es: Insurgentes Sur, 1089, Col. Nochebuena, C.P. 03720, piso 17, Ala: Poniente México, Distrito Federal, Tel. 57932300 ext. 14509, Email. - jlopeant@sct.gob.mx, la localización del Centro SCT Guerrero es: Dr. Gabriel Leyva Alarcón esquina Av. Burócratas, Chilpancingo de los Bravo, Gro. CP 39090, Estado de Guerrero, en las siguientes imágenes se muestra la localización de los sitios para notificaciones.

Imagen I. 4. Localización de las oficinas de la SCT, DF



Fuente: Google Earth

Imagen I. 5. Centro SCT Guerrero



Fuente: Google Maps

### I.2.5 NOMBRE DEL CONSULTOR QUE ELABORÓ EL ESTUDIO.

El nombre de la empresa responsable de realizar la: **MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL CAMINO: E.C.(TLAPA-MARQUELIA) - ILIATENCO, TRAMO: DEL KM 0+000 AL KM 5+000, EN LOS MUNICIPIOS DE MALINALTEPEC E ILIATENCO, EN EL ESTADO DE GUERRERO.** Es la empresa Servicio Especializados en Consultoría en Impacto y Riesgo Ambiente SA de CV, el responsable técnico es el Biól. Julio Alejandro Sánchez Mayen. La cedula profesional del responsable técnico se muestra a continuación:

Tabla II. 1. Datos del Responsable Técnico.

1	Participante

Fuente: SECIRA 2019

### I.2.6. Dirección del responsable técnico del estudio.

<b>II. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO.</b>	<b>2</b>
<b>II.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO, PLAN O PROGRAMA</b>	<b>2</b>
II.1.1 NATURALEZA DEL PROYECTO, PLAN O PROGRAMA.	3
II.1.2 JUSTIFICACIÓN.	5
II.1.3 UBICACIÓN FÍSICA	5
II.1.4 INVERSIÓN REQUERIDA	9
<b>II.2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO, PLAN O PROGRAMA</b>	<b>12</b>
II.2.1 PROGRAMA DE TRABAJO	15
II.2.2 REPRESENTACIÓN GRÁFICA REGIONAL	21
II.2.3 REPRESENTACIÓN GRÁFICA LOCAL	22
II.2.4 PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN.	23
II.2.5 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.	38
II.2.6 DESMANTELAMIENTO Y ABANDONO DE LAS INSTALACIONES.	41
II.2.7 RESIDUOS.	41

#### INDICE DE TABLAS

Tabla II. 1. Coordenadas del proyecto.	8
Tabla II. 2. Estimación de la Inversión Requerida Para el Desarrollo del Proyecto.	9
Tabla II. 3. Características del camino propuesto.	12
Tabla II. 4. Superficies de afectación del proyecto	13
Tabla II. 5. Diagrama de Gantt del cronograma de obra.	19
Tabla II. 6. Diagrama de Gantt del cronograma de obra (Continuación)	20
Tabla II. 7. Obras de drenaje Menor	35
Tabla II. 8. Estimaciones de emisión durante la operación del proyecto.	42

#### INDICE DE IMÁGENES

Imagen II. 1. Localización Satelital del Proyecto.	3
Imagen II. 2. Localización del proyecto.	6
Imagen II. 3. Vista Satelital del proyecto.	7
Imagen II. 4. Sección Tipo.	13
Imagen II. 5. Bancos de Materiales cercanos al proyecto	15
Imagen II. 6. Sección Tipo del proyecto.	17
Imagen II. 7. Representación regional del proyecto.	21
Imagen II. 8. Representación local del proyecto.	22
Imagen II. 9. Esquema de la Estructura del pavimento.	24
Imagen II. 13. Obras de Drenaje Menor	37

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

### II.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO, PLAN O PROGRAMA

La Secretaría de Comunicaciones y Transportes, a través del centro SCT Guerrero, tiene contemplada la modernización de un camino alimentador denominado: “CAMINO: E.C.(TLAPA-MARQUELIA) - ILIATENCO, TRAMO: DEL KM 0+000 AL KM 5+000”. Las características actuales del proyecto, se trata de una carretera a nivel de terracería, con un ancho promedio de 5.0 metros, el cual pretende ser modernizado a una Carretera “Tipo D” incluyendo la mejora de los alineamientos verticales y horizontales, las especificaciones de la carretera de acuerdo a las normas de servicios técnicos de la SCT son las siguientes:

- Dos carriles de 3.0 metros. Los cuales se encuentran dentro de los estándares óptimos para el buen funcionamiento de la carretera.
- Ancho de corona y calzada de 6 metros. Medida adecuada para los carriles propuestos.
- Sin Acotamiento.
- Transito promedio diario anual de más de 500 vehículos.
- Topografía lomerío con una pendiente máxima del 12%
- Velocidad de proyecto de 40 km/hrs.

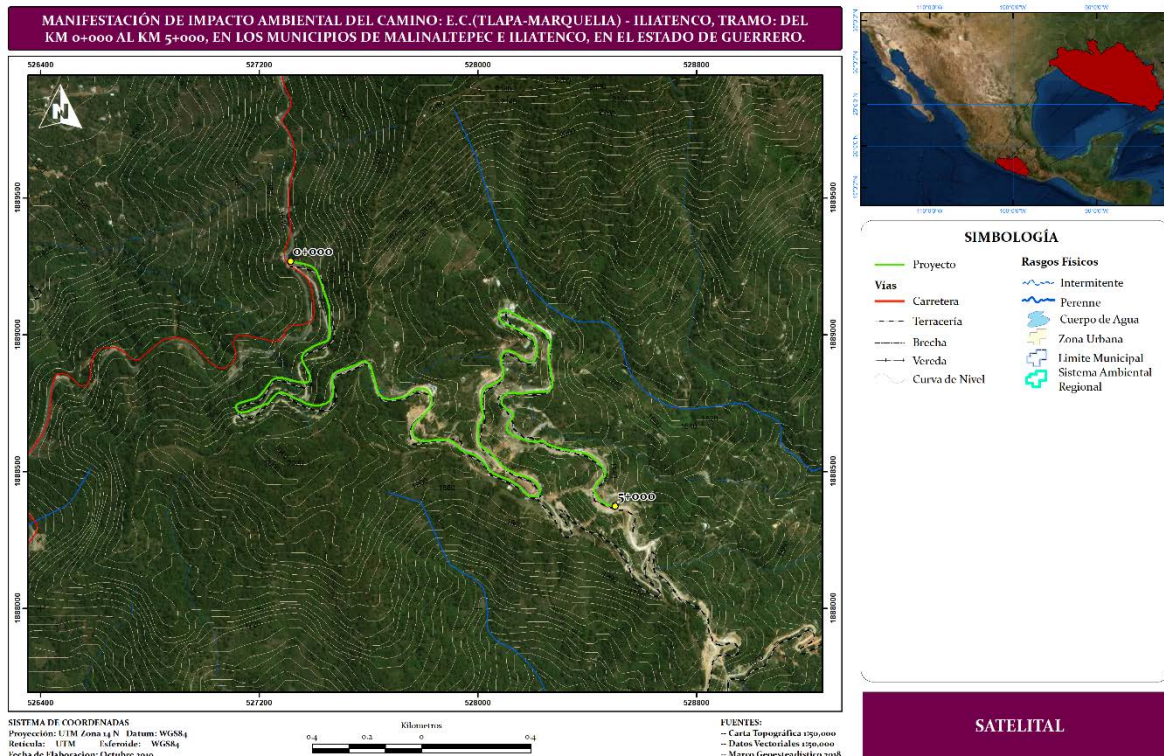
La sección estructural de la carretera está integrada por una capa de terraplén de altura variable, capa subrasante de 30 cm., una base Hidráulica con un espesor de 0.20 m. y una Carpeta Asfáltica de 7 cm. Los taludes a utilizar son variables para el terraplén dependiendo de la altura que se tenga y para los cortes se emplearan taludes de  $\frac{3}{4} X 1$ .

Es importante el señalar que no existirán obras complementarias, no se requerirá de accesos provisionales ya que se utilizara el camino existente, únicamente será necesaria la instalación de campamentos en dado caso que así lo considere necesario la empresa constructora, ya que el trazo estará bien comunicado con las localidades, patios de maniobras y plantas de asfalto y la explotación de bancos de material pétreo.

Este proyecto requerirá autorización en materia de cambio de uso de suelo, según la Ley Forestal vigente, ya que habrá una remoción parcial de la vegetación de los terrenos forestales en una superficie mayor de 1,500 m<sup>2</sup>, para mayor detalle de la afectación se recomienda ver el capítulo IV de la presente manifestación en el apartado de vegetación.

En la siguiente imagen se muestra la localización satelital del proyecto:

Imagen II. 1. Localización Satelital del Proyecto



Fuente: SECIRA 2019

### II.1.1 NATURALEZA DEL PROYECTO, PLAN O PROGRAMA.

El proyecto contempla la construcción de una carretera Tipo D, el trazo cruza por 2 municipios del Estado de Guerrero, los cuales son: Malinaltepec e Iliatenco El proyecto: **"CAMINO: E.C.(TLAPA-MARQUELIA) - ILIATENCO, TRAMO: DEL KM 0+000 AL KM 5+000"**. consiste en la modernización de un camino alimentador. El ancho promedio del camino existente es de 5.0 metros y para la modernización propuesta se tendrá un ancho de corona y calzada de 6.0 metros, como la topografía del camino varía, existen zonas con líneas de cero de 2.0 metros adicionales en cada hombro y en la parte de lomeríos se consideran 4.0 metros a cada margen del camino. La naturaleza del proyecto se enmarca dentro del sector de vías generales de comunicación, subsector de infraestructura carretera, tipo de proyecto: carreteras y autopistas y mismo será realizado por el Centro SCT Guerrero, con el objetivo de continuar con el desarrollo económico dentro de esta región, con la inclusión de caminos con mejores especificaciones técnicas, ofreciendo un rápido y seguro acceso a otros Municipios y Poblados importantes dentro de la Región. Así mismo será una vía segura y cómoda para el usuario que transita por esta vialidad, ya que la misma actualmente acuerdo a la Tipificación de Proyectos de Vías Generales de Comunicación que se encuentra señalada en el Apéndice VIII de la Guía para Elaborar Informes Preventivos y Manifestaciones de Impacto Ambiental de Proyectos de Vías Generales de Comunicación, por lo que la presente manifestación de impacto ambiental se presenta para su evaluación en cumplimiento a la regulación que establece la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en su artículo 28 fracción I, que dice lo siguiente:

**ART. 28.- La**

en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente. Para ello, en los casos que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:

I. Obras hidráulicas, **vías generales de comunicación**, oleoductos, gasoductos, carboductos y poliductos”.

En función de lo anterior, el Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, señala lo siguiente respecto a las obras o actividades que requieren previa autorización de la Secretaría en materia del impacto ambiental:

**“CAPÍTULO II DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES QUE REQUIEREN AUTORIZACIÓN EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL Y DE LAS EXCEPCIONES”**

**ARTICULO 5.**

Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:

**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....”

El proyecto corresponde a la modernización de un camino alimentador, a nivel de terracería, el actual camino, clasificado como Tipo E, será modernizado a un camino Tipo D, con un ancho de corona de 6.0 metros. El proyecto contempla afectación a suelo forestal en una superficie mayor de 1,500 m<sup>2</sup>. Por lo que se requerirá posteriormente de la presentación de un Estudio Técnico Justificativo, para la autorización de Cambio de Uso de Suelo. Aunque es importante el señalar que dentro de Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal; en el artículo 3° de esta ley establece; “...son parte de las vías generales de comunicación los terrenos necesarios para el derecho de vía, las obras, construcciones y demás bienes y accesorios que integran las mismas”, por lo que se tendrá una indemnización correspondiente a los propietarios de dichos terrenos.

### II.1.2 JUSTIFICACIÓN.

La construcción de la Carretera, tiene como objetivo principal la optimización de tiempo de recorrido de las personas que circulan por dicha vía, involucrando también todas las poblaciones y congregaciones a su paso, la principal función del proyecto es abatir los gastos innecesarios y poco redituables del mantenimiento así como la modernización y la consolidación de la imagen urbana de la región de manera que los municipios cercano se comuniquen de forma más eficiente en cuanto a cantidad, calidad y tiempo; incrementando los índices de calidad del transporte de bienes y servicios en la región, así como promover el desarrollo económico de la región involucrada Esta nueva vía ayudará a mejorar las condiciones económicas de las poblaciones cercanas a ella y ofrecerá mayor seguridad, eficiencia y comodidad en el transporte de productos y pasajeros, así mismo será un importante apoyo para el desarrollo de los Municipios y Localidades y beneficiara de manera secundaria a las poblaciones más alejadas de esta zona.

En conclusión, se pretende reducir los tiempos de recorrido, mejorar los niveles de servicio con una mayor seguridad, con respecto a las rutas actuales de transporte e impulsar el desarrollo económico regional. Aunado a lo anterior es importante señalar que el proyecto se desarrolla sobre el actual camino y el ancho del mismo es suficiente para el desarrollo del proyecto. La afectación a elementos arbóreos es mínima y solo será para alcanzar el ancho requerido donde así sea necesario.

### II.1.3 UBICACIÓN FÍSICA

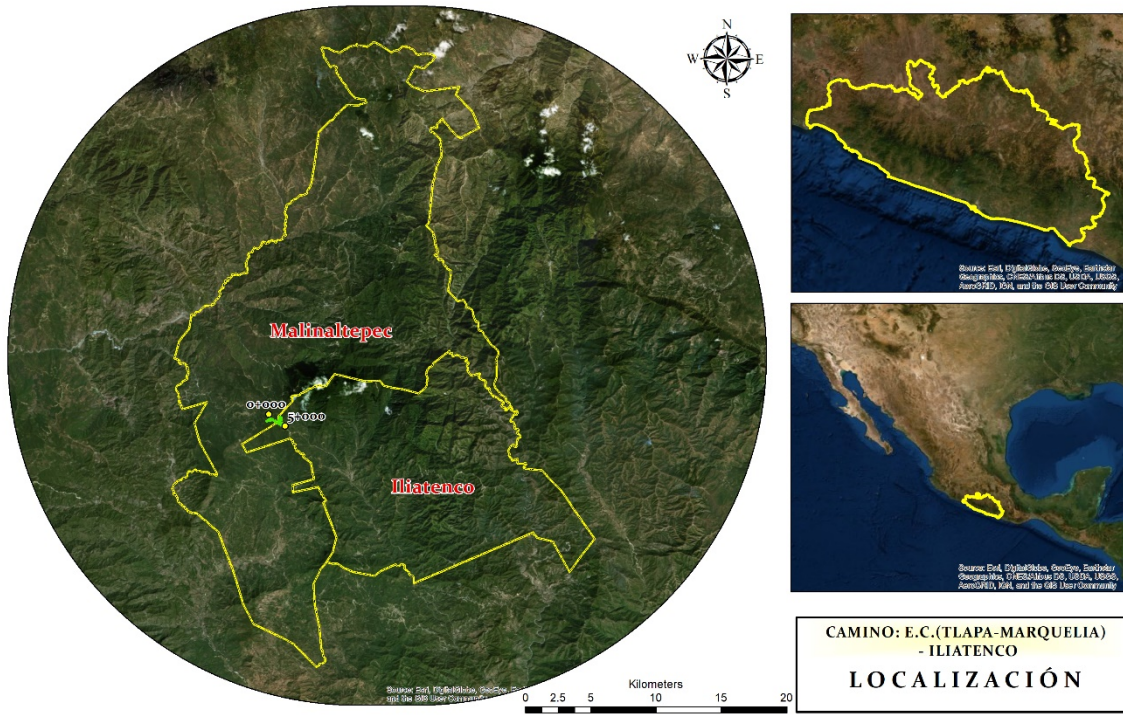
El proyecto: MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL CAMINO: E.C.(TLAPA-MARQUELIA) - ILIATENCO, TRAMO: DEL KM 0+000 AL KM 5+000, EN LOS MUNICIPIOS DE MALINALTEPEC E ILIATENCO, EN EL ESTADO DE GUERRERO, como su nombre lo indica se desarrolla en el Estado de Guerrero, del cual se menciona lo siguiente: El estado de Guerrero, situado en el sur de la República Mexicana, se localiza totalmente en la zona tropical, entre los 16° 18' y 18° 48' de latitud norte y los 98° 03' y 102° 12' de la longitud Oeste. Limita al norte con los estados de: México, Morelos, Puebla y Michoacán; al sur, con el océano Pacífico; al este con Puebla y Oaxaca; y al oeste con Michoacán y el Pacífico. El estado de Guerrero tiene una extensión territorial de 63,794 kilómetros cuadrados, que representan el 3.2% de la superficie total de la República Mexicana. Su forma es irregular; la mayor anchura es de 222 kilómetros y la mayor longitud es de 461 kilómetros; su litoral es de 500 kilómetros aproximadamente. Así mismo el proyecto se localiza en los siguientes municipios:

- Malinaltepec: Se encuentra al sureste de Chilpancingo, sobre la carretera federal Chilpancingo-Tlapa, en donde al llegar a esta última localidad se halla la desviación que tiene aproximadamente 78 kilómetros para llegar a la población de Malinaltepec. Colinda al norte con Xalpatlahuac y Copanatoyac; al sur con San Luis Acatlán; al este con Atlamajalcingo del Monte y Métlatonoc y al oeste con Tlacoapa. Pertenece a la región montañosa; ubicada en los paralelos 16°57' y 17°24' de latitud norte y en los 98°36' y 98°51' de latitud oeste respecto al meridiano de Greenwich. La cabecera municipal está situada a 1,789 metros sobre el nivel del mar. Cuenta con una extensión territorial de 479.85 kilómetros cuadrados, representando el 0.77 por ciento respecto al total del estado.
- Iliatenco: Se localiza a 1,030 metros sobre el nivel del mar. Ubicado entre los paralelos 17°03' de latitud norte y 98°41' de longitud oeste respecto al meridiano de Greenwich. Colinda al norte con el municipio de Malinaltepec; al Oeste con el municipio de Malinaltepec; al Sur con el municipio de San Luis Acatlan y al Este con el municipio de Metlatonoc. El municipio tiene una extensión territorial de 237 kilómetros cuadrados, que representan el 0.37 por ciento de la superficie total del estado.

En las siguientes imágenes se muestra la localización del proyecto

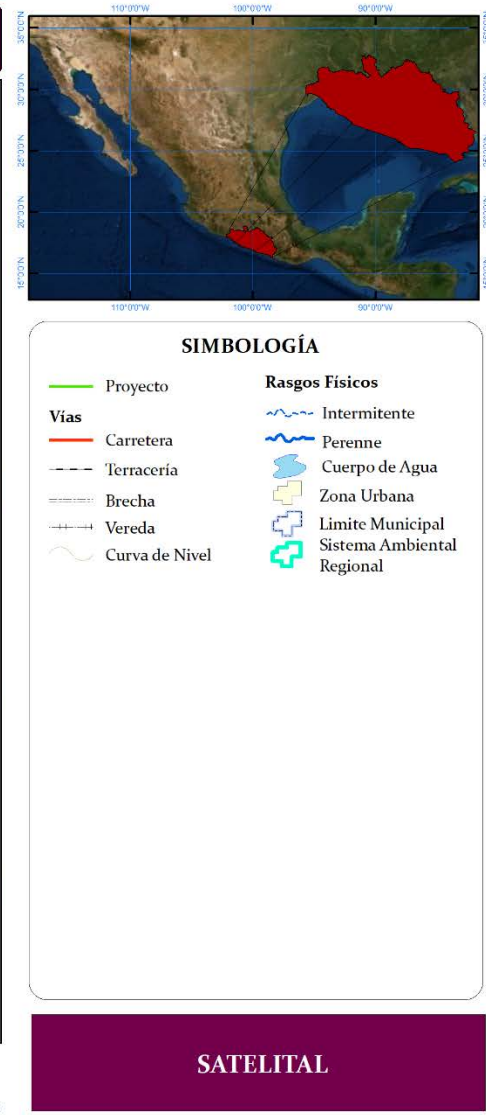
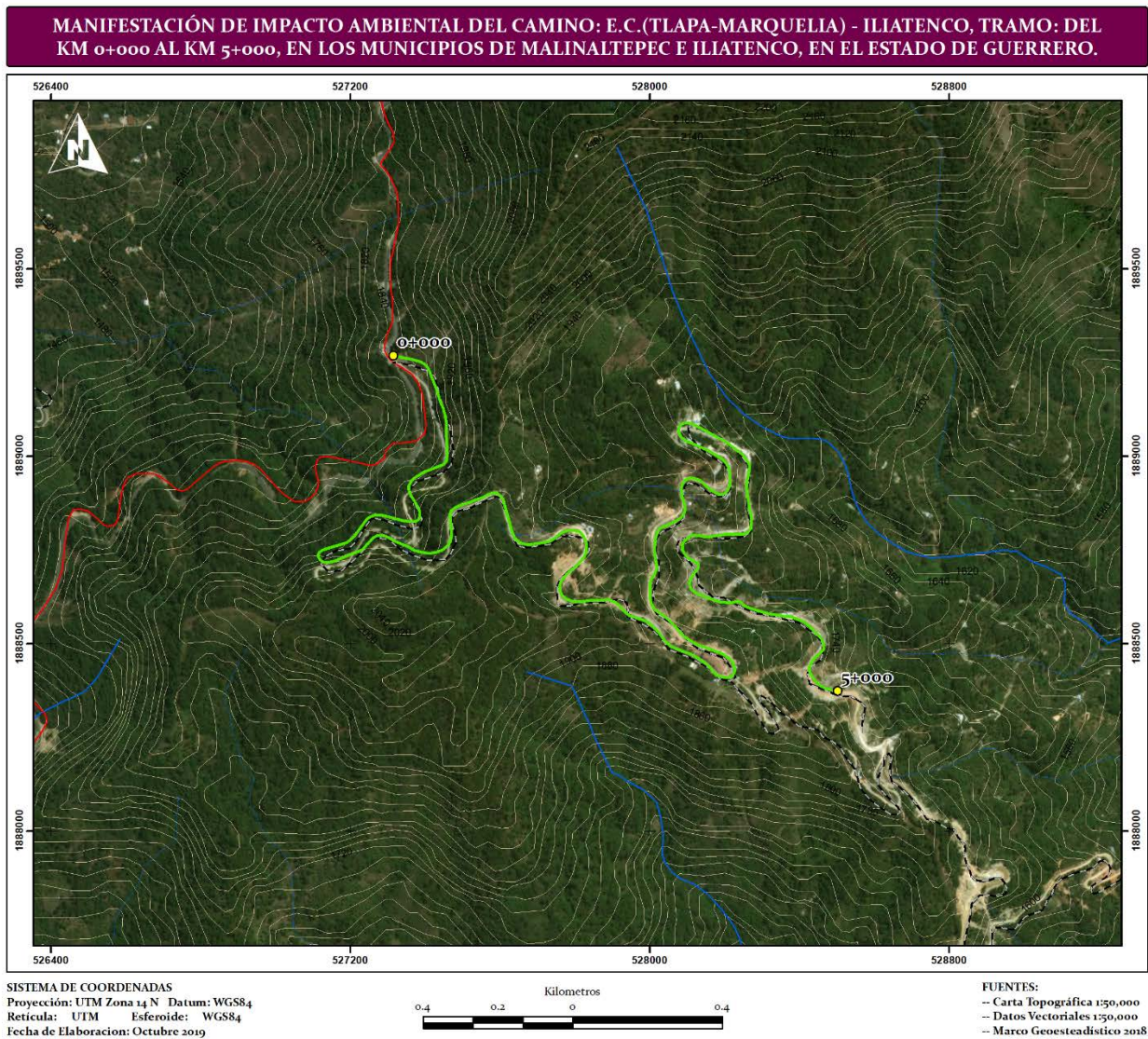


Imagen II. 2. Localización del proyecto



Fuente: SECIRA 2019

Imagen II. 3. Vista Satelital del proyecto



Fuente: SECIRA 2019

El proyecto consiste en la modernización de un camino alimentador, el cual se encuentra a nivel de terracería y será modernizado a un camino Tipo D, conforme a las especificaciones de la SCT, para concluir en un camino con un ancho de corona y calzada de 6.0 metros, en la siguiente tabla se muestran las coordenadas del camino calculadas con el Datum WGS84 zona 14N.

Tabla II. 1. Coordenadas del proyecto.

KM	UTM		GEOGRÁFICAS	
	ESTE	NORTE	LATITUD	LONGITUD
0+000	527313	1889269	17° 5' 15.529"	-98° 44' 35.823"
0+250	527456	1889095	17° 5' 9.861"	-98° 44' 30.992"
0+500	527357	1888906	17° 5' 3.714"	-98° 44' 34.351"
0+750	527226	1888810	17° 5' 0.596"	-98° 44' 38.787"
1+000	527205	1888741	17° 4' 58.352"	-98° 44' 39.501"
1+250	527426	1888742	17° 4' 58.375"	-98° 44' 32.023"
1+500	527576	1888902	17° 5' 3.575"	-98° 44' 26.941"
1+750	527731	1888775	17° 4' 59.435"	-98° 44' 21.702"
2+000	527761	1888667	17° 4' 55.920"	-98° 44' 20.692"
2+250	527952	1888574	17° 4' 52.885"	-98° 44' 14.234"
2+500	528157	1888438	17° 4' 48.450"	-98° 44' 7.304"
2+750	528100	1888511	17° 4' 50.828"	-98° 44' 9.229"
3+000	528017	1888713	17° 4' 57.405"	-98° 44' 12.028"
3+250	528083	1888921	17° 5' 4.171"	-98° 44' 9.785"
3+500	528185	1888998	17° 5' 6.672"	-98° 44' 6.330"
3+750	528169	1889057	17° 5' 8.593"	-98° 44' 6.869"
4+000	528266	1888856	17° 5' 2.048"	-98° 44' 3.596"
4+250	528084	1888763	17° 4' 59.029"	-98° 44' 9.759"
4+500	528202	1888609	17° 4' 54.013"	-98° 44' 5.773"
4+750	528433	1888540	17° 4' 51.757"	-98° 43' 57.960"
5+000	528501	1888374	17° 4' 46.352"	-98° 43' 55.667"

Fuente: SECIRA 2019

## II.1.4 INVERSIÓN REQUERIDA

El costo total de la obra se describe en las siguientes tablas, el costo aproximado del camino es de más de 10 millones de pesos, considerando únicamente la obra civil.

Tabla II. 2. Estimación de la Inversión Requerida Para el Desarrollo del Proyecto.

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	Cantidad	P.U.	IMPORTE
	<b>TERRACERIAS</b>				
009-D	<b>CORTES</b>				
009-D.02	Despalmes en material A, desperdiciando el material (inciso 3.01.01.003-H.01):				
	a)				
N-CTR-CAR-1.01.002/00	De cortes, depositando el producto en la orilla del lado aguas debajo de la excavación.	m <sup>3</sup>	26747.45	4.95	132399.88
	b)				
N-CTR-CAR-1.01.002/00	Para desplante de terraplenes, depositando el producto en orilla de la excavación	m <sup>3</sup>	11066.86	4.95	54780.96
009-D.03	Excavaciones (inciso 3.01.01.003-H.02):				
	a) En cortes y adicionales debajo de la subrasante				
	2) En material B	m <sup>3</sup>	249217.30	16.49	4109593.24
009-E	<b>PRÉSTAMOS</b>				
009-E.03	Excavaciones de préstamos:				
	b) De banco (inciso 3.01.01.004-H.03):				
	2) En material B	m <sup>3</sup>	18,264.26	13.72	250,585.65
009-F	<b>TERRAPLENES</b>				
009-F.02	Compactación:				
	a) Del terreno natural en el area de desplante de los terraplenes (inciso 3.01.01.005-H.01):				
	2) Para el noventa por ciento (90%)	m <sup>3</sup>	5,781.70	3.40	19,657.78
	b) De la cama de los cortes en que no se haya ordenado excavación adicional (inciso 3.01.01.005-H.01):				
	2) Para noventa y cinco por ciento (95 %)	m <sup>3</sup>	7,500.59	8.74	65,555.12
009-F.03	<b>RECOMPACTACION</b>				

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	Cantidad	P.U.	IMPORTE
009-F.04	Formación y compactación				
N-CTR-CAR-1.01.009/00	a) De terraplenes adicionales con sus cuñas de sobreebanco (inciso 3.01.01.005-H.03)				
	2) Para noventa por ciento (90 %)	m <sup>3</sup>	56,897.31	6.74	383,487.87
009-F.07	Mezclado, tendido y compactación de la capa subrasante formada con material seleccionado:				
N-CTR-CAR-1.01.009/00	a) De la elevación de subrasante en cortes y/o terraplenes existentes (inciso 3.01.01.005-h.07)				
	3) Para cien por ciento (100%)	m <sup>3</sup>	18,264.26	24.59	449,118.17
009-F.08	Agua empleada para compactaciones (inciso 3.01.01.005-H.08)	m <sup>3</sup>	26,533.16	17.24	457,431.63
009-I	<b>ACARREOS PARA TERRACERIAS</b>				
1					
	Sobrecarreo de los materiales producto de las excavaciones de cortes, adicionales debajo de la subrasante, ampliación y/o abatimiento de taludes, rebajes en la corona de cortes y/o terraplenes existentes, escalones, despalmes, prestamos de banco, derrumbes, canales y del agua empleada en compactaciones (inciso 3.01.01.008-H.02):				
	a) Para distancias hasta de cinco (5) estaciones de veinte (20) metros, es decir, hasta cien metros.	m <sup>3</sup> -Est	56,063.67	0.97	54,381.76
	b) Para distancias hasta de cinco (5) hectómetros, es decir, hasta quinientos (500) metros:				
	1) Para el primer hectómetro, es decir los primeros cien (100) metros.	M3	9,698.19	4.87	47,230.21
	2) Para la distancia excedente al primer hectómetro, es decir a los primeros cien metros, incremento por cada hectómetro adicional al primero.	M3-Hm	14,780.01	2.02	29,855.62
	c) Para distancias hasta de dos (2) kilómetros, es decir, hasta veinte (20) hectómetros:				
	1) Para los primeros quinientos metros (500), es decir cinco (5) hectómetros	M3-Hm	223.14	10.73	2,394.24

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	Cantidad	P.U.	IMPORTE
N-CTR-CAR-1.01.009/00	d)				
	Para cualquier distancia, de materiales de préstamos de banco para la construcción de la capa subrasante y para completar la construcción del cuerpo del terraplén, medido compacto:				
	1) Para el primer kilómetro.	m <sup>3</sup>	18,264.26	9.99	182,459.96
	2) Para los kilómetros subsecuentes.	m <sup>3</sup> -Km	15,820.81	4.73	74,832.45
	1) Para el primer kilómetro (Material Desperdiciado)	m <sup>3</sup>	183,292.77	6.55	1,200,567.62
	2) Para los kilómetros subsecuentes.	m <sup>3</sup> -Km	549,878.30	4.73	2,600,924.35
e)					
Para cualquier distancia, del agua utilizada en la compactación de las Terracerías.	m <sup>3</sup> -Km	99,499.34	3.88	386,057.44	
				TOTAL DE TERRACERIAS:	10,501,313.96

Fuente: SCT 2019

Al costo total de la obra civil, se estima un monto del 10% adicional para las obras referentes a las medidas de mitigación, prevención y compensación, lo cual dejaría el costo total de la obra en once millones quinientos mil pesos, aproximadamente.

## II.2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO, PLAN O PROGRAMA

La Secretaría de Comunicaciones y Transportes, a través del Centro SCT Guerrero tiene contemplada la modernización del proyecto: “CAMINO: E.C.(TLAPA-MARQUELIA) - ILIATENCO, TRAMO: DEL KM 0+000 AL KM 5+000” Dicho camino, se pretende para favorecer la movilidad y la seguridad de los usuarios del camino, así como conectar de una manera más eficiente la región, ya la zona del proyecto, se trata de áreas de alto rezago social, el proyecto propuesto deberá de concluir en una Carretera “Tipo D”. Este proyecto requiere de autorización en materia de cambio de uso de suelo, según la Ley Forestal vigente, ya que habrá una remoción parcial de la vegetación de los terrenos forestales para destinarlos a actividades forestales, en una superficie mayor de 1,500 m<sup>2</sup>.

- Dos carriles de 3.0 metros. Los cuales se encuentran dentro de los estándares óptimos para el buen funcionamiento de la carretera.
- Ancho de corona y calzada de 6 metros. Medida adecuada para los carriles propuestos.
- Sin Acotamiento.
- Transito promedio diario anual de más de 500 vehículos.
- Topografía lomerío con una pendiente máxima del 12%
- Velocidad de proyecto de 40 km/hrs.

La sección estructural de la carretera está integrada por una capa de terraplén de altura variable, capa subrasante de 30 cm., una base Hidráulica con un espesor de 0.20 m. y una Carpeta Asfáltica de 7 cm. Los taludes a utilizar son variables para el terraplén dependiendo de la altura que se tenga y para los cortes se emplearan taludes de  $\frac{3}{4} \times 1$ .

Tabla II. 3. Características del camino propuesto.

Carriles	2 (Cada carril de 3.0 metros)
Ancho de Calzada	6 metros
Ancho de Corona	6 metros
Acotamientos	Sin Acotamientos
Derecho de Vía	40 metros (20 metros por lado)

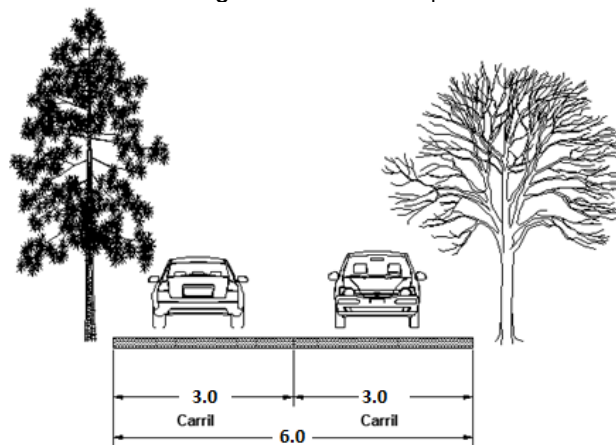
Fuente: SECIRA 2019

Como se ha mencionado anteriormente el camino existente se encuentra a nivel de terracería y presenta un ancho promedio de 5.0 metros, por lo que se tendrán que hacer aperturas para alcanzar el ancho de corona del camino propuesto, adicionalmente se estima una línea de ceros de 5.0 metros por lado, en la siguiente tabla se muestran las superficies de afectación del proyecto, es importante mencionar que los últimos 875 metros, es decir el cadenamiento comprendido del Km 4+125 al 5+000 el camino presenta un ancho promedio de 3 metros y que debe ser aperturado. Como se muestra en la siguiente tabla, el proyecto contempla una superficie de afectación de 5.61 Ha, y en su totalidad corresponden a Bosque de Pino.

Tabla II. 4. Superficies de afectación del proyecto

ANCHO DE CORONA CAMINO EXISTENTE HASTA KM 4+125		2.89
<b>SUPERFICIE USV ANCHO DE CORONA KM 4+125 AL 5+000 (3.5m Cada Lado)</b>		
CVE_UNION	DESCRIPCIÓN	AREA_HA
BPQ	BOSQUE DE PINO-ENCINO	0.61
<b>SUPERFICIE USV LINEA DE CEROS HASTA KM 4+125 (5 m Cada Lado)</b>		
CVE_UNION	DESCRIPCIÓN	AREA_HA
BPQ	BOSQUE DE PINO-ENCINO	4.12
<b>SUPERFICIE USV LINEA DE CEROS KM 4+125 AL 5+000 (5 m Cada Lado)</b>		
CVE_UNION	DESCRIPCIÓN	AREA_HA
BPQ	BOSQUE DE PINO-ENCINO	0.88
<b>SUPERFICIE TOTAL DE AFECTACIÓN y CUS</b>		<b>5.61</b>

Imagen II. 4. Sección Tipo.



Fuente: SECIRA 2019

No se requerirán servicios complementarios, ya que el proyecto se desarrollará en un área donde existen todos los servicios y se encuentra bien comunicado. En el caso de la apertura de nuevos accesos provisionales, la empresa que realice la obra deberá tomar en cuenta no dañar al ecosistema y solo abrir las superficies necesarias. No se conoce la ubicación, ni las dimensiones de estos accesos provisionales, ya que es la empresa constructora quien los determina según los procedimientos constructivos que haya planteado en su propuesta técnica y económica para la licitación de obra. Por lo tanto, en la parte correspondiente a las medidas de mitigación en este documento, se plantean acciones específicas para estos casos.

Se contará con patios de maquinaria y almacenes en los frentes de obra, los cuales también cumplirán con las especificaciones señaladas en el Manual Operativo. Su ubicación deberá estar fuera de los centros de población y estará avalado por la supervisión y las autoridades municipales.

Además del movimiento de tierras para la construcción de los terraplenes y la realización de cortes, se tienen las obras de drenaje superficial, como los lavaderos, bordillos y cunetas, cuya construcción requiere de concreto hidráulico. Para la construcción de las capas del pavimento se requerirá material de banco, es decir roca de



buena calidad con diferente calibre de cribado, principalmente para las capas de base y carpeta asfáltica que se construye con cemento asfáltico.

La electricidad necesaria para el funcionamiento de algunos equipos como los de soldadura, alumbrado y para el alumbrado de las zonas de uso común, se abastecerá mediante plantas de luz portátiles de combustión interna. Se requerirá de un sistema de 2,500 watts. El voltaje será 220 voltios.

El combustible a utilizar será básicamente gasolina y diésel para el funcionamiento de vehículos, maquinaria y equipo. En la etapa de construcción se abastecerá de combustible en recipientes de metal o plástico que eviten pérdidas por evaporación y sean seguros para el transporte del mismo hasta donde la maquinaria o dispositivo lo necesite; para ello se contemplarán sitios de almacenaje en los patios de maniobras o talleres donde se almacena alguna cantidad en condiciones de seguridad y donde resulte más económico y práctico llevar a cabo el almacenaje, en las condiciones adecuadas y de seguridad aplicables, para el funcionamiento de la maquinaria en los frentes de trabajo.

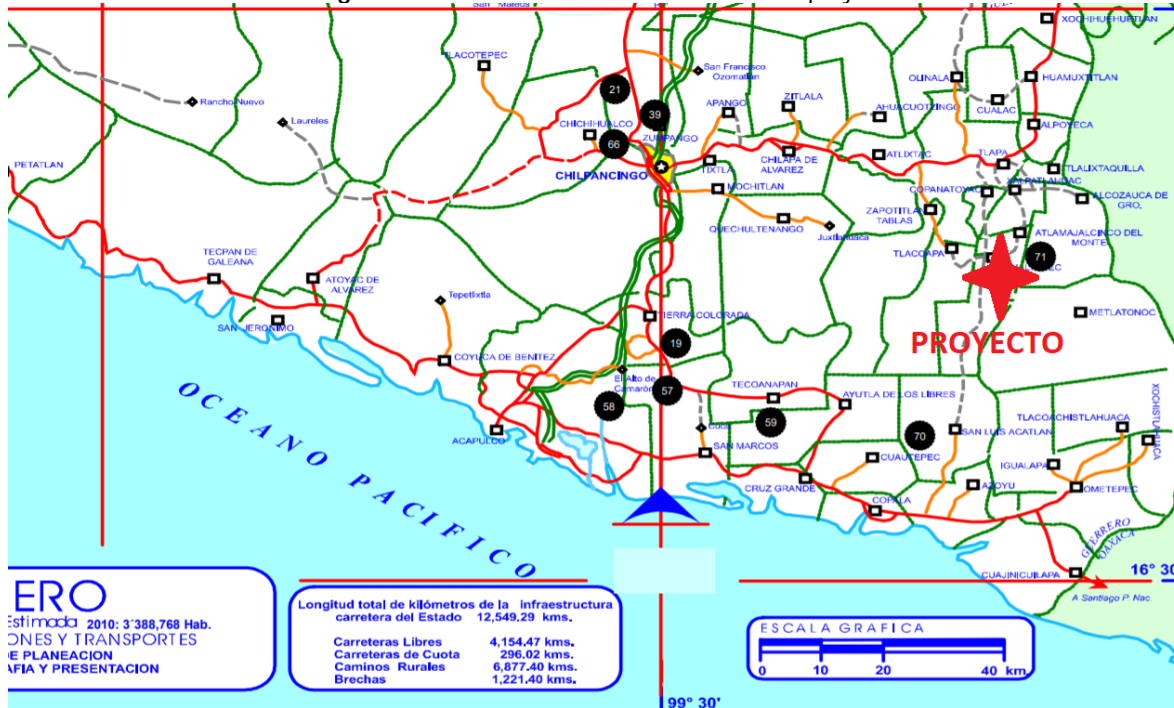
Con base en el reglamento de PEMEX, el reglamento de Transporte Terrestre de la SCT y a la NOM-002-SCT2-1994, NOM-020-SCT2-1994 y a LGEEPA, el máximo volumen a transportar dentro de vehículos del Servicio Público Federal o particulares autorizados para el servicio de movilización de gasolina es 20,000 litros a un punto no autorizado por PEMEX, adicionalmente los lugares de expedición sólo podrán guardar en tambos de 55 galones y se recomienda que hasta un máximo de tres días de operación para minimizar condiciones de riesgo por conflagraciones, puesto que el riesgo de detonaciones no está contemplado, adicionalmente se deberán tomar precauciones por los riesgos ocupacionales que implica el manejo de combustibles. Los volúmenes requeridos en esta etapa del proyecto serán de aproximadamente 430 barriles de diésel y 410 barriles de gasolina, mismos que se suministrarán de acuerdo a la demanda de consumo que se tenga durante el avance de obra.

Se requerirá agua potable para consumo humano y agua cruda para la construcción (riegos, mezclas, etc.), ésta será suministrada a los frentes de trabajo en pipas de agua y bidones de plástico para el uso de los trabajadores. Se estima que en esta etapa del proyecto se requerirán del orden de 22 m<sup>3</sup>/ día. Parte de los servicios que requiera el proyecto podrán ser abastecidos los Municipios aledaños al proyecto. Para el trabajo de terracerías se requieren en promedio 46 m<sup>3</sup>/día, esta cantidad de agua contempla conformación de terraplenes en obra y bancos de tiro, así como en la conformación de subrasante y compactación en corte.

Se cumplirán con las condiciones de salubridad e higiene mediante el uso de sanitarios portátiles suficientes para los trabajadores (1 por cada 20), arrendados a empresas especializadas en su manejo.

El proyecto asociado a la construcción de una carretera está invariablemente sujeto al uso de bancos de materiales. Muchos de éstos se encuentran en explotación, y están contenidos en el inventario de la S.C.T. *ex profeso*. Estos últimos serán lo que se emplearán para la construcción de este camino, ya que, en caso contrario, se requeriría obtener los permisos correspondientes en materia de impacto ambiental y de explotación de un banco de préstamo nuevo, lo que retrasaría la ejecución de la obra y en caso de que esto último ocurra la empresa encargada de la construcción del camino será la encargada de tramitar los permisos necesarios. En la siguiente imagen se muestran los Bancos de Materiales autorizaos cercanos al proyecto.

Imagen II. 5. Bancos de Materiales cercanos al proyecto



Fuente: SCT Guerrero, 2016

No.	Nombre	Localización	Tipo de propiedad	Tipo de Material	Restricción Ecológica
70	Sin Nombre	Carretera Tlapa – Marquelia Km 55+700	Ejidal	Granito	No Existen

### II.2.1 PROGRAMA DE TRABAJO

Las actividades preparativas previas para el proyecto son el trazo en campo del eje de la vía de comunicación, utilizando brigadas de topógrafos, obtención de las autorizaciones necesarias, adquisición del derecho del libramiento (liberación) y la licitación de la obra.

Se utilizará como principal tecnología la maquinaria pesada que usa combustible diésel y lubricantes. Es necesaria una limpieza del terreno natural, básicamente la eliminación del material orgánico, incluida la vegetación natural

A la superficie despalmada se le agregan las superficies afectadas por los reducidos y escasos accesos provisionales, en virtud de la existencia de numerosos caminos y localidades a lo largo de la trayectoria. Cabe mencionar que dichos accesos no están aún determinados, pues será la contratista al momento de realizar la obra la que los definirá según convenga al proyecto, estando en función del número de frentes que se abran en forma simultánea y el número y ubicación de los sitios de tiro y bancos. De tal manera que solamente es factible estimar el área a desmontar para esta vía de comunicación de forma directa, la que estará dada por el ancho entre línea de ceros, esto es el ancho de corona. En dado caso de la necesidad de remover la capa superficial de suelo orgánico se empleará un tractor de oruga, seguido del tractor Caterpillar D8-N o similar, el cual procederá a mover el material a los lados de la línea de ceros (acamellonado) y/o del área de maniobras.

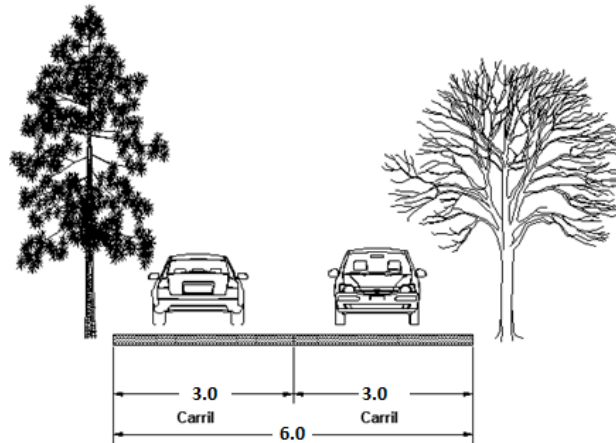
## Construcción

### *a) Descripción general de las obras civiles a realizar.*

El proyecto corresponde a una Carretera "Tipo D" que contempla 5.0 Kilómetros del proyecto "CAMINO: E.C.(TLAPA-MARQUELIA) - ILIATENCO, TRAMO: DEL KM 0+000 AL KM 5+000". Dicho proyecto presenta las siguientes características geométricas de acuerdo con las especificaciones de las normas de servicios técnicos de la SCT, con una velocidad de proyecto de 40 km/h; el ancho de la calzada es de 6 m, con un carril de 3.00 m por cada sentido; el ancho total de corona es de 6.00 m y sin acotamientos. El proyecto se desarrolla dentro de un ancho de derecho de vía de 40 m, con 20 m. a cada lado del eje. Transito promedio diario anual de 500 vehículos. Topografía lomerío con una inclinación del 12%. La sección estructural de la carretera está integrada por una capa de terraplén de altura variable, capa subrasante de 30 cm., una base Hidráulica con un espesor de 0.20 m. y una Carpeta Asfáltica de 7 cm. Los taludes a utilizar son variables para el terraplén dependiendo de la altura que se tenga y para los cortes se emplearán taludes de  $\frac{3}{4} \times 1$

Además de la utilización del material producto de la excavación, se considerarán los bancos de materiales autorizados por la SCT y será la empresa constructora la encargada de determinar dichos bancos. El material que se utilizará en las terracerías y estructuras del pavimento de la carretera, aunque es responsabilidad de cada empresa constructora encargada de la explotación de tales bancos, la obtención de autorizaciones en materia de impacto ambiental ante las autoridades locales respectivas. La principal actividad a desarrollar consiste en el "movimiento de tierras", necesario para conseguir una superficie uniforme que se constituirá en la base de la capa de rodamiento de los vehículos. Dicho movimiento consiste en hacer "cortes" de material pétreo en las partes elevadas y transportarlo a las partes bajas para formar "terraplenes" consiguiendo con ello una superficie geométrica, los faltantes de material, en donde los hubiese, se habrán de completar con material proveniente del banco de préstamo señalado, si hubiese material sobrante habrá de retirarse a los bancos de tiro. Este movimiento compensatorio es la curva masa, donde una solución ideal sería aquella en que los volúmenes de corte fuesen iguales a los requeridos para formar los terraplenes.

Imagen II. 6. Sección Tipo del proyecto.



Fuente: SECIRA 2019

El proyecto geométrico de la carretera está dividido en una sola etapa. La capa superior del cuerpo formado habrá de pavimentarse y terminarse con una carpeta asfáltica, esta última constituye la superficie que sustentará el tránsito vehicular. La obra integra dispositivos y señalamientos que facilitan la conducción y propician seguridad de operación. El diseño de pavimento se basa en las condiciones del material y características encontradas en el estudio de mecánica de suelos, entre las obras complementarias que se tienen para el proyecto destacan las siguientes:

- **Construcción de caminos de acceso:** El proyecto "CAMINO: E.C.(TLAPA-MARQUELIA) - ILIATENCO, TRAMO: DEL KM 0+000 AL KM 5+000". Se trata de la modernización de un camino existente, por lo que no será necesario abrir nuevos caminos para acceder al frente de trabajo.
- **Almacenes, bodegas y talleres:** Se establecerá un almacén provisional para el resguardo de materiales que se localizará en el derecho de vía y al frente de obra, y se reubicará según el avance de la obra misma. Sus dimensiones serán de aproximadamente 11 m<sup>2</sup> y su estructura será hecha a base de madera, cartón y lamina. Se restringirá el retiro de vegetación para su instalación, así como el almacenar materiales inflamables, grasas, aceites y/o combustibles, por lo que únicamente se guardarán herramientas básicas y materiales para la construcción.
- **Campamentos y dormitorios:** Los trabajadores serán originarios principalmente de los Municipios contiguos al proyecto, por lo que no será necesaria la construcción de campamentos o dormitorios ya que al término de cada jornada laboral los trabajadores regresarán a sus hogares.
- **Instalaciones sanitarias:** Únicamente durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto se instalarán sanitarios móviles en una proporción de 1 por cada 20 trabajadores por medio de una empresa que ofrezca este servicio; la misma empresa, se encargará de ofrecer el mantenimiento de los sanitarios y de la recolección y tratamiento del agua residual que se genere. La ubicación de los sanitarios será acorde al avance de obra.
- **Bancos de material:** Para el abastecimiento de material para el relleno, nivelación y la modernización del trazo carretero, el proyecto deberá de emplear los bancos autorizados por la SCT, la ubicación de los bancos de material se ha descrito anteriormente, en caso de apertura de Bancos de Material la empresa constructora será la encargada de llevar a cabo los trámites de autorización del mismo.
- **Planta de tratamiento de aguas residuales:** Debido a las características del proyecto, no será necesaria la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales.
- **Sitios para la disposición de residuos:** Los residuos que se prevé que se generarán durante las actividades de preparación del sitio, son los que se derivarán de las actividades de desmonte de vegetación y algunos recipientes de aceites cuando se lleguen a usar motosierras, así como algunos

residuos domésticos (bolsas y envases de plástico, latas, papel, basura orgánica, etc.) que generarán las cuadrillas de trabajadores. En las actividades de despalle, no se contempla la generación de residuos peligrosos, sin embargo durante la etapa de construcción de la obra se prevé la generación de envases de lubricantes, aditivos y aceite de dos tiempos, residuos diversos de la obra (metales, varilla, cimbras, alambre), así como desechos domésticos en general, los cuales serán depositados en contenedores apropiados que estarán señalados en el programa integral de manejo de residuos, indicando el tipo de residuo que se deberá depositar en los mismos, clasificándola en basura orgánica e inorgánica, para que posteriormente se recolecten al final de cada jornada laboral y se dispongan en el relleno sanitario municipal. Los contenedores de residuos estarán localizados al frente de obra y se reubicarán conforme el avance de la misma.

- **Residuos de obra:** será material terrígeno sobrante, producto de los cortes. Puede ser utilizado como material de cubierta en el relleno sanitario municipal o en los bancos de materiales, o ser depositado donde lo señalen las autoridades correspondientes.
- **Basura:** como envases desechables, etc. serán recolectados por el constructor y llevados al relleno sanitario municipal; los residuos de refacciones y demás materiales producto de servicios y mantenimiento al equipo deberá ser manejado de acuerdo al programa integral de manejo de residuos y retirado de la obra conforme a lo establecido en la normatividad vigente.
- **Residuos peligrosos:** En lo que respecta a los aceites usados, filtros, grasas, estopas, pinturas y todo residuo tipificado como residuos peligrosos conforme a la NOM-052-SEMARNAT-2005 que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos, dichos residuos serán clasificados, separados y contenidos por tipo de residuo y recolectados semanalmente por una empresa autorizada para tales fines. Las bitácoras de dicho servicio serán guardadas y reportadas a la SEMARNAT para la verificación de dicho cumplimiento.
- **Patios de maquinaria:** Ya que la maquinaria va avanzando con la construcción de la Carretera, los patios de maquinaria se ubicarán al frente de obra, en el área de derecho de vía, así mismo, por las dimensiones del proyecto no se considera que se requiera un área específica para ello, a consecuencia de la escasa maquinaria que se requerirá para el proyecto. En caso de requerir una superficie como patio o taller provisional, se ubicará dentro de terrenos de algún asentamiento rural cercano al camino y que presenta áreas aptas para dicho fin.
- **Planta de asfalto:** Se pretende utilizar la planta de asfalto más cercana, la cual dará abastecimiento durante la duración de la etapa de construcción, por lo que no será necesario instalar una planta de asfalto en el lugar del proyecto ya que los materiales serán adquiridos y transportados de esta última al frente de trabajo respectivo del proyecto.
- **Aguas residuales:** El proyecto no contempla la generación de aguas residuales, a excepción de las generadas por el uso de los sanitarios móviles; estas aguas residuales serán recolectadas por la misma compañía que se contrató para otorgar el dicho servicio.

El proyecto contempla un periodo de 60 meses para las etapas de preparación del terreno y construcción del proyecto; sin embargo, las etapas de operación y mantenimiento serán continuas y a largo plazo.

Tabla II. 5. Diagrama de Gantt del cronograma de obra.

No	CONCEPTO	MESES																			
		3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60
<b>I. ASIGNACIÓN DE PRESUPUESTOS.</b>																					
1	Licitación y Adjudicación de la obra	█																			
2	Trámites y permisos		█	█																	
3	Asignación de los recursos presupuestales.	█	█	█	█	█															
<b>II. ESTUDIOS Y PROYECTOS PREVIOS</b>																					
4	Proyecto Ejecutivo						█	█	█	█											
5	Estudios geotécnicos, levantamiento topográfico, estudio de bancos de materiales									█	█	█	█								
<b>II. PREPARACIÓN DEL SITIO</b>																					
6	Trazo del eje													█	█	█					
7	Obtención de las autorizaciones													█	█	█					
8	Adquisición del derecho de vía (liberación)													█	█	█					
9	Licitación de obra.													█	█	█					
10	Despalme													█	█	█					
11	Utilización de bancos de material													█	█	█					
<b>III CONSTRUCCIÓN</b>																					
12	Alcantarillas															█					
13	Terracerías															█					
14	Cortes y excavación															█					
15	Compactaciones															█					
16	Formación de la capa subrasante															█					
17	Base Hidráulica															█					
18	Colocación de Carpeta asfáltica															█	█				
19	Riego de impregnación y liga.															█	█				
20	Obras de drenaje															█	█				
21	Acarreos															█	█				
22	Señalamiento															█	█				
23	Vigilancia de las medidas de mitigación						█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
<b>IV DESMANTELAMIENTO Y ABANDONO</b>																					
24	Retiro de plantas de concreto asfáltico e hidráulicos.																			█	█
25	Rehabilitación de sitios usados para plantas asfálticas																			█	█
26	Desmantelar almacén temporal.																			█	█
27	Retirar por completo el material inerte y cualquier derrame de asfalto, cemento, concreto asfáltico o hidráulico.																			█	█
28	Limpieza General de áreas utilizadas.																			█	█

**Tabla II. 6. Diagrama de Gantt del cronograma de obra (Continuación)**

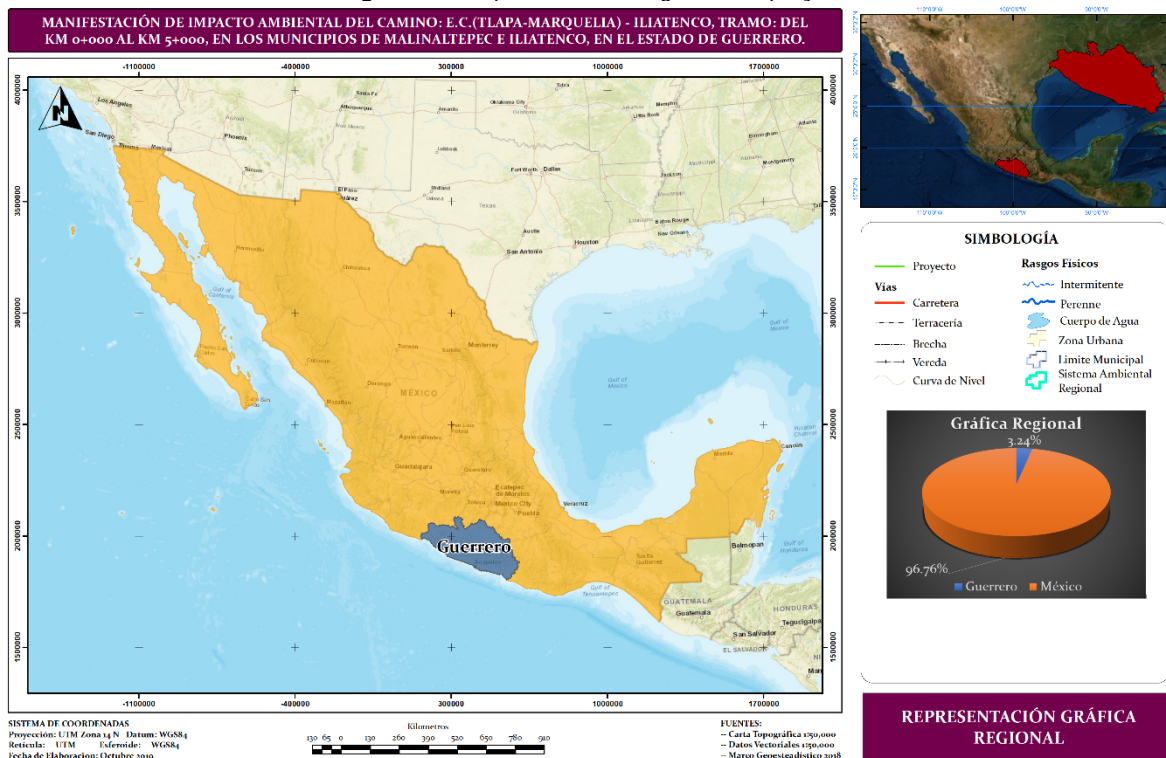
No	CONCEPTO	MESES																			
		3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60
<b>IV OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO</b>																					
29	Programa de conservación preventiva y correctiva (SCT).																				
30	Programa de conservación rutinaria.																				
31	Programa de ayuda mutua con instituciones para el caso de un siniestro																				
32	Reposición de señales.																				
33	Mantenimiento Preventivo.																				
34	Mantenimiento Mayor.																				
35	Verificación del nivel de servicio.																				

Fuente: SECIRA 2019

## II.2.2 REPRESENTACIÓN GRÁFICA REGIONAL

El proyecto se localiza en el estado de Guerrero, situado en el sur de la República Mexicana, se localiza totalmente en la zona tropical, entre los 16° 18' y 18° 48' de latitud norte y los 98° 03' y 102° 12' de la longitud Oeste. Limita al norte con los estados de: México, Morelos, Puebla y Michoacán; al sur, con el océano Pacífico; al este con Puebla y Oaxaca; y al oeste con Michoacán y el Pacífico. El estado de Guerrero tiene una extensión territorial de 63,794 kilómetros cuadrados, que representan el 3.2% de la superficie total de la República Mexicana. Su forma es irregular; la mayor anchura es de 222 kilómetros y la mayor longitud es de 461 kilómetros; su litoral es de 500 kilómetros aproximadamente, el Estado de Guerrero será la representación regional del proyecto

Imagen II. 7. Representación regional del proyecto



Fuente: SECIRA 2019

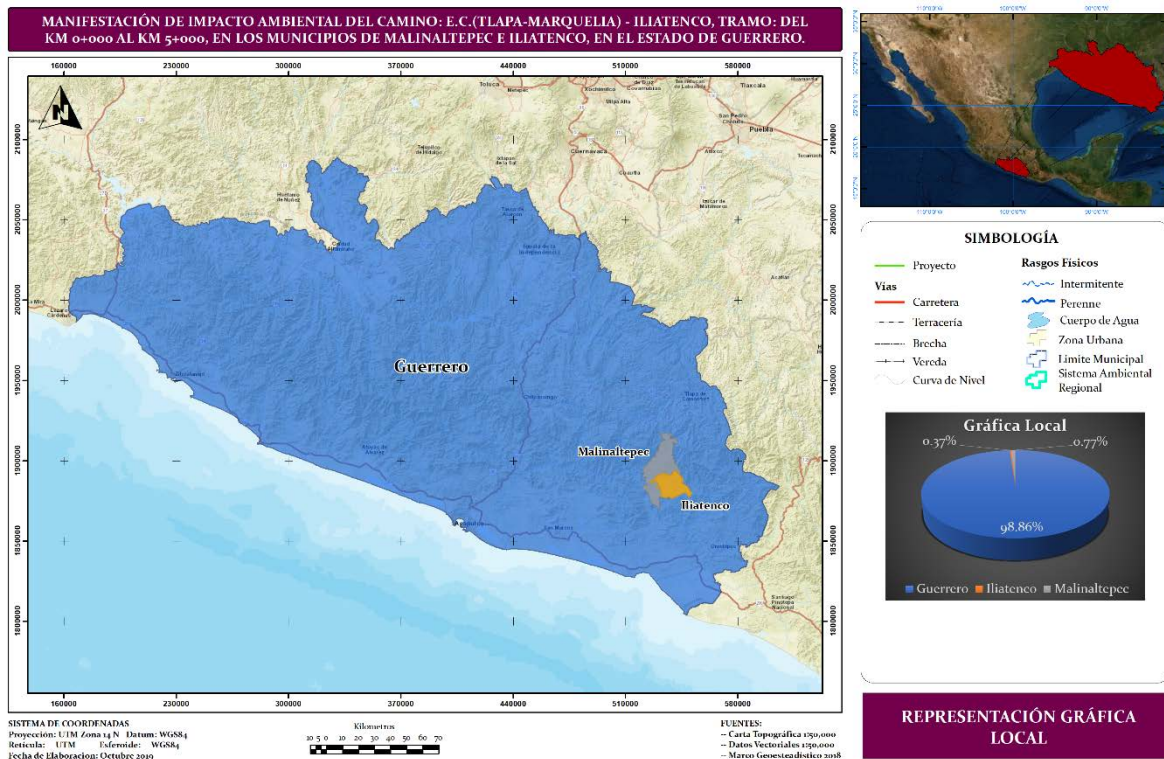


## II.2.3 REPRESENTACIÓN GRÁFICA LOCAL

Así mismo el proyecto se localiza en los Municipios de Malinaltepec e Iliatenco

- Malinaltepec: Se encuentra al sureste de Chilpancingo, sobre la carretera federal Chilpancingo-Tlapa, en donde al llegar a esta última localidad se halla la desviación que tiene aproximadamente 78 kilómetros para llegar a la población de Malinaltepec. Colinda al norte con Xalpatlahuac y Copanatoyac; al sur con San Luis Acatlán; al este con Atlamajalcingo del Monte y Métlatonoc y al oeste con Tlacoapa. Pertenece a la región montañosa; ubicada en los paralelos 16°57" y 17°24" de latitud norte y en los 98°36" y 98°51" de latitud oeste respecto al meridiano de Greenwich. La cabecera municipal está situada a 1,789 metros sobre el nivel del mar. Cuenta con una extensión territorial de 479.85 kilómetros cuadrados, representando el 0.77 por ciento respecto al total del estado.
- Iliatenco: Se localiza a 1,030 metros sobre el nivel del mar. Ubicado entre los paralelos 17°03' de latitud norte y 98°41' de longitud oeste respecto al meridiano de Greenwich. Colinda al norte con el municipio de Malinaltepec; al Oeste con el municipio de Malinaltepec; al Sur con el municipio de San Luis Acatlan y al Este con el municipio de Metlatonoc. El municipio tiene una extensión territorial de 237 kilómetros cuadrados, que representan el 0.37 por ciento de la superficie total del estado.

Imagen II. 8. Representación local del proyecto



Fuente: SECIRA 2019

## II.2.4 PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN.

Las actividades preparativas previas para el proyecto son el trazo en campo del eje utilizando brigadas de topógrafos, la obtención de las autorizaciones necesarias, la adquisición del derecho de vía (liberación) y la licitación de la obra.

Como fase previa a las operaciones constructivas, es necesaria una limpieza del terreno natural, que consiste en la eliminación del material orgánico, incluida la vegetación natural, (despalme cuando se requiera la eliminación de una capa superficial de terreno, incluidos matorrales y vegetación herbácea).

Antes del movimiento de tierras se deberá hacer el despalme, para lo cual se utilizará como principal tecnología la maquinaria pesada que usa combustible diésel y lubricantes, consistente en un tractor de orugas, tractor Caterpillar D8-N u otro similar, camión de volteo de 12 m<sup>3</sup>, la longitud total de la obra se dividirá en tramos de 1 km con longitud de ataque de 100 m.

A la superficie desmontada se le agregan las superficies afectadas por los reducidos y escasos accesos provisionales, que serán los mínimos debido a la existencia de numerosos caminos utilizados por las poblaciones locales.

No obstante, estos caminos de acceso aún no están determinados pues será la contratista al momento de realizar la obra la que los definirá según convenga al proyecto, los cuales estarán en función del número de frentes que se abran en forma simultánea y el número y ubicación de los sitios de tiro y bancos. De tal manera que solamente es factible estimar el área a desmontar para el proyecto de forma directa, la que estará dada por el ancho entre línea de ceros, esto es el ancho de corona más el ancho de los taludes. Se considera un desmonte no solo a lo largo del eje del proyecto, en caminos de acceso y el ocasionado por los bancos de tiro.

- ▶ **Despalme.** - La técnica a usar para el despalme, será mediante el uso de maquinaria pesada, en las áreas que se verán afectada por las acciones de construcción de la carretera. Los horizontes edáficos resultantes serán almacenados para su posterior uso en acciones de rehabilitación ambiental o como material de cubierta en el relleno sanitario municipal o en los bancos de material en proceso de cierre.
- ▶ **Drenaje menor.** - Antes de iniciar la construcción de los tramos de terracerías compensadas, se deberá haber concluido la construcción de las obras de drenaje menor dentro, para ello, previamente, la obra de drenaje será cubierta con material adecuado para formar los terraplenes y compactada por medios manuales. Se ha hecho una estimación cuantitativa de las obras de drenaje por comparación con proyectos similares, considerando que el tipo de obra propuesto en los diferentes tramos está determinado por la topografía accidentada de cada tramo del recorrido del proyecto.
- ▶ **Cortes.** - Las excavaciones en las zonas de corte son ejecutadas a cielo abierto y la maquinaria para la excavación será la adecuada para cada tipo de material que se presente en los diferentes tramos. Las excavaciones se ejecutarán siguiendo un sistema de ataque que permita el drenaje del corte, las cunetas se perfilarán con la oportunidad necesaria y en forma tal que el desagüe no provoco ninguna alteración o favorezca el debilitamiento de los cortes ni a los terraplenes.  
Todas las piedras flojas y material suelto en los taludes serán removidos y para dar por terminado un corte, al nivel de la capa inferior a la sub-rasante, se verificará el alineamiento, el perfil y la sección en su forma, anchura y acabado, acuerde con lo definido en el proyecto.
- ▶ **Acarreos.** - El transporte de material producto de cortes y excavaciones al sitio de formación del terraplén es lo que se denomina acarreo. Acarreo libre o no pagado es el efectuado hasta los 20 m del corte, el excedente es el denominado sobreacarreo y este se hace en camiones de caja (materialistas o de volteo) El sobreacarreo de los materiales se considera como sigue:  
Hasta 5 estaciones de 20 m, es decir hasta 100 m (1 Hm) contados a partir del origen.  
Hasta 500 m (5 Hm) contados a partir del origen.

En los bancos de préstamos, la distancia es partir del centro del lugar de excavación del préstamo al terraplén, sobre la ruta más corta y/o conveniente, a juicio de SCT. Los despalmes, desperdicios, derrumbes, escalones, ampliación, abatimiento de taludes, rebajes en la corona de cortes o terraplenes de los sitios de tiro, se mide desde el centro de lugar de excavación o derrumbe, en la ruta accesible más corta y/o conveniente, según la SCT.

Para el agua utilizada en la compactación de terraplenes, se considera a partir del lugar de extracción de la misma, sobre la ruta más corta y/o conveniente hasta el sitio de compactación, cabe aclarar que el agua se obtendrá de los escurrimientos o cuerpos de agua cercanos al trazo, incluso se puede utilizar el agua tratada derivada de alguna planta de tratamiento.

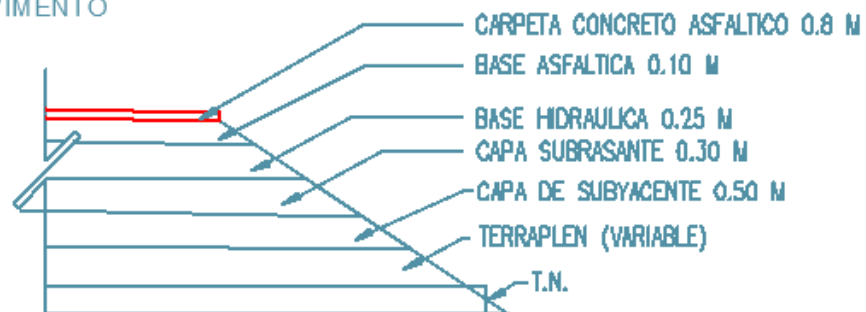
- **Terraplén.** - El terraplén es una estructura formada con material producto de corte, sobre la misma terracería, o proveniente de un banco de préstamo.

Antes de iniciar la construcción de los terraplenes con material de corte, se rellenarán los huecos motivados por el desenraíce, se escarificará y se compactará el terreno natural o el despalmado en el área de desplante. La formación del cuerpo del terraplén se llevará a cabo tendiendo una capa, del espesor que permita el tamaño máximo del material, pero no menor de 30 cm, en todo el ancho entre línea de ceros y en 20 m de longitud. Se regará agua sobre la capa, en cantidad aproximada a 100 L/m<sup>3</sup> de material y se someterá la capa regada al tránsito de un tractor de oruga con garra y peso de 20 ton, pasando tres veces por cada uno de los puntos que formen la superficie. Se compactará al 90% la capa con la ayuda de la maquinaria llamada pata de cabra, con la misma se procederá a raspar y aplanar el terreno con la cuchilla o bien con una motoconformadora. La capa subyacente o de transición será de 0.20 m de espesor, si la altura de los terraplenes es menor de 0.80 m y de 0.50 m si esta altura es mayor. En ambos casos, se deberá compactar al 95% de su PVSM según la prueba Próctor. El procedimiento a seguir será el del punto anterior, con las especificaciones dadas en este párrafo. La capa subrasante es la porción subyacente a la sub-corona, tanto en corte como en terraplén, a la que corresponden los movimientos de terracería más económicos se le conoce como subrasante económica.

**Estructuras del pavimento.** - Estructuras del pavimento son el conjunto de capas comprendidas entre la subrasante y la superficie de rodamiento, un ejemplo de dichas capas se muestra en la siguiente figura:

Imagen II. 9. Esquema de la Estructura del pavimento.

DETALLE DE LA  
ESTRUCTURA DE PAVIMENTO



NOTA:  
SECCIONES TIPO Y DETALLE DE ESTRUCTURA SIN ESCALA

Fuente: SECIRA 2019

- ▶ **Base Subrasante.**- Capa o conjunto de capas que se forman sobre la subrasante, cuya función principal es soportar las cargas rodantes y transmitir las a la terracería, distribuyéndolas en tal forma que no produzcan deformaciones. Sobre la subrasante se construye una sub-base de 0.30 m de espesor. El material que forme esta capa, se deberá compactar al 100% de su P.V.S.M. La descarga de los materiales que se utilizan en la construcción de la sub-base debe hacerse sobre la subrasante por estación de 20 m. En caso de utilizar dos o más materiales se mezclarán en seco a fin de obtener un material uniforme. Se procederá con la motoconformadora para hacer el tendido, se extenderá el material y se procederá a incorporarle agua por medio de riegos y mezclados sucesivos, para alcanzar la humedad requerida y obtener homogeneidad en granulometría y humedad. Cada capa extendida se compactará hasta alcanzar un 95%, sobreponiéndose las capas hasta obtener el espesor y sección fijados en el proyecto, en caso de necesitarse se escarificará superficialmente y se regará la última capa, podrá efectuarse la compactación en capas de espesores mayores de 30 cm, siempre y cuando cumpla con la compactación adecuada. En las tangentes, la compactación se iniciará de las orillas hacia el centro y en las curvas de la parte interior de la curva hacia la parte exterior. Para dar por terminada la construcción de la sub-base, se verificarán el alineamiento, perfil, sección, compactación, espesor y acabado de acuerdo con lo establecido en el proyecto.
- ▶ **Base hidráulica.** - Sobre la sub-base terminada se construirá la capa correspondiente a la base hidráulica de un espesor de 0.25 m, utilizando material de bancos seleccionados para este fin. Esta capa se deberá compactar al 100% de su P.V.S.M. según prueba Proctor estándar. El procedimiento de construcción será el mismo de la subbase, tomando en cuenta las especificaciones antes mencionadas.
- ▶ **Riego de impregnación.** - Se aplicará asfalto rebajado sobre la superficie terminada con el fin de impermeabilizarla y estabilizarla, así como para favorecer la adherencia entre ella y la carpeta asfáltica, para lo anterior se procederá al barrido de la superficie por tratar para eliminar todo material suelto, polvo y material extraño, que se encuentren en ella antes de aplicar el riego de impregnación. El riego del material asfáltico se deberá hacer en las horas más calurosas del día y por ningún motivo se deberá regar material asfáltico cuando la base se encuentre mojada. Se hará el riego con material asfáltico tipo FM-1 a razón de 1.4 L/m<sup>2</sup> aproximadamente, por medio de una petrolizadora. La superficie impregnada deberá cerrarse al tránsito por lo menos las 24 horas siguientes a su terminación.
- ▶ **Riego de liga.** - Sobre la base impregnada, se aplicará en todo lo ancho de la sección un riego con producto asfáltico FR-3 a razón de 0.5 L/m<sup>2</sup> haciendo uso de una petrolizadora.
- ▶ **Carpeta de concreto asfáltico.** - Sobre la base hidráulica después de la aplicación del riego de liga, se construirá una carpeta de concreto asfáltico de 7 cm de espesor elaborada en la planta y en caliente con los materiales procedentes de los bancos más cercanos y cemento asfáltico N° 6 con una dosificación aproximada de 100 L/m<sup>3</sup> de material pétreo seco y suelto, debiendo compactar el material al 95% de su peso volumétrico determinado en la prueba Marshall.
- ▶ **Riego de sello.** - Se aplicará un material asfáltico, que se cubrirá con una capa de material pétreo, para impermeabilizar la carpeta, protegerla del desgaste y proporcionar una superficie antiderrapante. Los materiales asfálticos que se empleen serán cementos asfálticos, asfaltos rebajados de fraguado rápido o emulsiones de rompimiento rápido. Antes de aplicar el riego de sello la superficie por tratar deberá estar seca y será barrida para dejarla exenta de partículas extrañas. Se dará el riego del material asfáltico en todo el ancho de la corona, se aplicará un riego de sello empleando material pétreo tipo 3-A, a razón de 10 L/m<sup>2</sup>. Se cubrirá el riego de material

asfáltico por una capa de material pétreo con esparcidores mecánicos. A continuación, se plancharán con compactador de llantas neumáticas con peso de 4.5 a 7.3 ton, pasando una rastra de cepillos de fibra o de raíz, las veces que se considere necesario, para mantener uniformemente distribuido el material y evitar que se formen bordos y ondulaciones.

#### OBSERVACIONES.

1. En todos los casos el cuerpo del terraplén, se compactará al 90% o se bandeará según sea el caso las capas de transición y subrasante se compactarán al 95% y 100% respectivamente; los grados de compactación indicados son respecto a la prueba AASHTO estándar, quedando a juicio del Laboratorio de Control aplicar la prueba que corresponda.
2. En todos los casos, cuando no se indique otra cosa, el terreno natural después de haberse efectuado el despalme correspondiente, el piso descubierto deberá compactarse al 90% de su PVSM en una profundidad mínima de 0.20 m. o bandearse según sea el caso.
3. Se debe eliminar aquellos materiales que por sus características no debe utilizarse ni en construcción del cuerpo del terraplén.
4. Se debe seleccionar aquellos materiales que por sus características solo puede utilizarse en la formación del cuerpo de terraplén, mismo que deberá compactarse al 90% de su PVSM o bandearse según sea el caso.
5. Se debe seleccionar aquellos materiales que por sus características puede utilizarse en la formación del cuerpo de terraplén, capa de transición y capa subrasante.
6. En terraplenes formados con este material, se deberá construir capa de transición de 0.20 m. de espesor, cuando la altura de estos sea menor de 0.80 m y cuando sea mayor, la transición será de 0.50 m y en ambos casos se proyectará capa subrasante de 0.30 m de espesor.
7. En terraplenes formados con este material, se deberá proyectar capa de transición de 0.20 m. de espesor como mínimo y capa subrasante de 0.30 m. compactadas al 95% y al 100% respectivamente, las cuales se construirán con material de banco de préstamo cercano.
8. En cortes formados en este material la cama de corte se deberá compactar al 95% de su PVSM, en una profundidad mínima de 0.20 m. y se deberá proyectar capa subrasante de 0.30 m. de espesor, compactándola al 100%, con material de banco de préstamo cercano.
9. Se deberá proyectar en cortes y terraplenes bajos, capa de transición de 0.50 m. de espesor como mínimo y capa subrasante de 0.30 m., en caso de ser necesario se deberán abrir cajas de profundidad suficiente para alojar las capas citadas; ambas capas se proyectarán con préstamo del banco más cercano.
10. En los cortes se deberán escarificar los 0.15 m. superiores y acamellonar, la superficie descubierta se deberá compactar al 100% de su PVSM en un espesor mínimo de 0.15 m. con lo que quedará formada la primera capa subrasante, con el material acamellonado se construirá la segunda capa subrasante, que deberá compactarse al 100% de su PVSM.
11. En cortes formados en este material, se proyectará únicamente capa subrasante de 0.30 m. de espesor mínimo, compactándola al 100% y se construirá con material de préstamo del banco más cercano.
12. En cortes formados en este material, se escarificarán los primeros 0.30 m. a partir del nivel superior de subrasante, se acamellonará el material producto del escarificado y se compactará la superficie descubierta al 95% hasta una profundidad de 0.20 m. Posteriormente, con el material acamellonado se formará la capa subrasante de 0.30 m. de espesor, misma que deberá compactarse al 100% de su PVSM.
13. En el caso de cortes y terraplenes formados en este material se deberá proyectar, capa de transición de 0.20 m. de espesor como mínimo y capa subrasante de 0.30 m. compactadas dichas capas al 95% y 100% de su PVSM respectivamente; ambas capas se construirán con material de préstamo del banco más cercano.

- ▶ **Actividades para el desmantelamiento y abandono de las instalaciones.**- Este tipo de obras para vía de comunicación no se abandonan, en lugar de eso el mantenimiento es constante incluso cuando los materiales de que están conformadas llegan al final de su vida útil, lo que procede es un mantenimiento mayor, ya sea una reestructuración de las capas del pavimento o incluso una modernización, corrección del trazo o la ampliación, como en el presente proyecto, para que brinde un mejor servicio y con una mayor seguridad, todo esto para que continúe operando la vialidad por tiempo indefinido.  
Las plantas para la elaboración de concretos asfálticos e hidráulicos después de la construcción de la Carretera deberán retirarse, y la superficie utilizada deberá rehabilitarse, de acuerdo con el uso que tenía antes de la instalación de dichas plantas.  
Durante el tránsito de camiones de carga y depósito de materiales para la fabricación del asfalto y concreto, la compactación del suelo por la circulación de camiones y los materiales que se almacenarán de tipo inerte inhabilitarán el sitio para el crecimiento de plantas, en este caso se debe retirar por completo el material inerte y cualquier derrame de asfalto, cemento, concreto asfáltico o hidráulico y localizar en el sitio suelo con materia orgánica en cantidad suficiente para la propagación de especies vegetales.  
Los sitios que se desmontarán y que después serán utilizados para transitar con camiones o maquinaria pesada, los cuales pueden ser caminos de acceso, patios de maniobras, plantas de asfalto o de concreto hidráulico o bancos de material, en general los problemas que presenta son pérdida de árboles y cobertura vegetal incluyendo los horizontes superficiales del suelo, además de compactación de la superficie resultante. Las acciones correctivas para la restitución de las condiciones originales o incluso mejorar las tendencias negativas serán, escarificar el suelo utilizado para disminuir su compactación, después colocar materia orgánica para propiciar la formación del suelo vegetal.

## OBRAS DE DRENAJE MENOR

### Procedimiento constructivo de las obras de drenaje menor.

Todas las nomenclaturas que se mencionan en los párrafos siguientes corresponden a las normas de construcción para la infraestructura del transporte de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

#### a) Cunetas

La conformación de las zanjas para formar las cunetas, se efectuará mediante una excavación, de acuerdo con las secciones, niveles, alineación y acabados establecidos en el proyecto o aprobados por la Secretaría, realizada conforme a lo establecido en la Norma **N•CTR•CAR•1•01•005, Excavación para Canales.**

A menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría, la pendiente de la cuneta será la misma que la del camino.

Cuando la sección del camino pase de corte a terraplén, la cuneta se prolongará la longitud necesaria en diagonal, siguiendo la conformación del terreno, para desfogar el agua en terreno natural, en la obra de drenaje más cercana o hasta donde establezca el proyecto o apruebe la Secretaría.

#### a. Revestimiento

Cuando así lo indique el proyecto o lo apruebe la Secretaría, una vez terminada la conformación, se revestirá la cuneta mediante un zampeado para protegerla contra la erosión, conforme a lo establecido en la Norma **N•CTR•CAR•1•02•002, Zampeado.**

Previo a la colocación del revestimiento, la superficie por cubrir estará afinada, humedecida y compactada al grado establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría.

El tipo de recubrimiento, su espesor, la resistencia del concreto hidráulico o la proporción del suelo-cemento, serán los que establezcan el proyecto o apruebe la Secretaría.

A menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría, el recubrimiento con concreto hidráulico simple, se construirá con juntas frías cada metro, mediante el colado de las losas en forma alternada y con longitud mínima de un (1) metro.

**Norma de Construcción. - (Norma N•CTR•CAR•1•03•003/00).**

- b) Contracunetas
  - a. Localización

A menos que el proyecto o la Secretaría indiquen otra cosa, la contracuneta se ubicará a una distancia mínima de cinco (5) metros con respecto al cero del corte. Su punto de partida será la parte superior del corte, con un desarrollo sensiblemente paralelo al mismo y transversal al escurrimiento de la ladera. En laderas con pendiente mayor de treinta (30) grados, la cuneta se conformará siguiendo la tendencia general de las curvas de nivel, para evitar que tenga pendientes mayores de veinte (20) por ciento.

- b. Excavación

La excavación para formar la contracuneta se efectuará de acuerdo a las secciones establecidas en el proyecto o aprobadas por la Secretaría, conforme a lo establecido en la **Norma N•CTR•CAR•1•01•005, Excavación para Canales.**

A menos que el proyecto o la Secretaría indiquen otra cosa, la zanja iniciará con una sección trapezoidal con profundidad mínima de veinte (20) centímetros hasta obtener la sección establecida en el proyecto o aprobada por la Secretaría, si ésta va a funcionar como canal; si va a funcionar como bordo, la excavación se hará aguas abajo para formar el bordo aguas arriba, evitando que el terreno se derrumbe y afecte al bordo.

La longitud de la contracuneta será la suficiente para llevar el agua desde el parteaguas hasta su desembocadura, generalmente en el fondo del cauce natural al que descarga.

- c. Recubrimiento

Cuando así lo indique el proyecto o lo apruebe la Secretaría, una vez terminada la excavación se revestirá la contracuneta mediante un zampeado para protegerla contra la erosión, conforme a lo establecido en la **Norma N•CTR•CAR•1•02•002, Zampeado.**

Previo a la colocación del revestimiento, la superficie por cubrir estará afinada, humedecida y compactada al grado establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría.

El tipo de recubrimiento, su espesor, la resistencia del concreto hidráulico o la proporción del suelo-cemento, serán los que establezca el proyecto o apruebe la Secretaría.

**Norma de Construcción. - (Norma N•CTR•CAR•1•03•004/00).**

c) Lavaderos

a. Localización

Los lavaderos se construirán sobre el talud y a ambos lados de los terraplenes en tangente, de preferencia en las partes con menor altura; solo en el talud interno de los terraplenes en curva horizontal en su parte más baja; en las partes bajas de las curvas verticales, en las secciones de corte en que se haya interceptado un escurridero natural que pase arriba de la rasante, que deba continuar drenando, y en las salidas de las obras menores de drenaje que lo requieran.

A menos que el proyecto indique otra cosa o lo apruebe la Secretaría, en los tramos en tangente los lavaderos se construirán a cada cincuenta (50) metros. En ningún caso se colocarán bordillos y lavaderos en tramos sin pendiente longitudinal.

En los taludes de los cortes, los lavaderos se ubicarán de tal manera que capten el escurrimiento desde el punto superior y lo conduzcan hasta la parte inferior del corte, descargándolo a una caja amortiguadora ubicada al pie del lavadero y conectada a una cuneta o a una alcantarilla que permita el paso del escurrimiento aguas abajo.

b. Excavación

La excavación tendrá un ancho igual al ancho exterior del lavadero y una profundidad máxima igual a la profundidad del mismo, con las paredes correctamente perfiladas para alojar la sección del lavadero, prolongando la excavación hasta interceptar la superficie del acotamiento; se realizará conforme a lo establecido en la **Norma N-CTR-CAR-1-01-005, Excavación para Canales.**

Si se emplean secciones de lámina corrugada de acero, la excavación se realizará de tal manera que se obtenga una plantilla de forma semicircular, con profundidad máxima igual al radio de la lámina empleada, prolongándola hasta interceptar el acotamiento.

El fondo de la excavación en que se asiente el lavadero estará exento de raíces, piedras salientes, oquedades u otras irregularidades.

Los lavaderos para descargas de cunetas y contracunetas, se prolongarán hasta desfogar en el terreno natural o en la alcantarilla más cercana; la sección de lavadero se ampliará para admitir la descarga con una menor pendiente.

c. Revestimiento

Como lo indique el proyecto o lo apruebe la Secretaría, una vez terminada la excavación, se revestirá el lavadero mediante un zampeado para protegerlo contra la erosión, conforme a lo establecido en la **Norma N•CTR•CAR•1•02•002, Zampeado.**

Previo a la colocación del revestimiento, la superficie por cubrir estará afinada, humedecida y compactada al grado establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría.



El tipo de recubrimiento, su espesor y la resistencia serán lo que establezca el proyecto o apruebe la Secretaría.

En los casos en que sea necesario reducir la velocidad del agua en los lavaderos revestidos, se construirán escalones con disipadores de energía.

En el caso de lavaderos para descargas de cunetas y contracunetas que desfoguen en el terreno natural, será necesario construir un dentellón en el extremo de la descarga para evitar la erosión remontante, así como un delantal de protección hecho con fragmentos de roca, según lo indique el proyecto o apruebe la Secretaría.

d. Lámina corrugada de acero

Como lo indique el proyecto o lo apruebe la Secretaría, una vez terminada la excavación, se colocarán láminas corrugadas de acero para proteger el lavadero contra la erosión.

La colocación de las láminas se hará siempre de aguas abajo hacia aguas arriba.

Las piezas se colocarán de manera que en sus traslapes, el extremo de la lámina a la que le corresponda la parte superior del traslape, quede aguas arriba.

El sistema de sujeción para el ensamble de las piezas será el que indique el proyecto o apruebe la Secretaría.

e. Anclajes y remates

Como lo establezca el proyecto o lo apruebe la Secretaría, se construirán anclajes intermedios en los lavaderos, con separación entre tres (3) y cinco (5) metros, unidos por medio del colado monolítico con acero de refuerzo, o pijas especiales en el caso de láminas.

A menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría, la unión del lavadero con el bordillo se hará en forma de arco o mediante una transición de cuarenta y cinco (45) grados con respecto al eje del lavadero y abanicos en la intersección del lavadero con el acotamiento que tengan pendiente de manera que se permita encauzar el agua rápidamente a la entrada del lavadero.

**Norma de Construcción. - (Norma N•CTR•CAR•1•03•006/00).**

d) Bordillos

a. Localización

Los bordillos sólo se construirán en los terraplenes mayores de uno coma cinco (1,5) metros de altura, conforme las dimensiones y características establecidas en el proyecto o aprobadas por la Secretaría.

Los bordillos se ubicarán longitudinalmente en ambos lados en los terraplenes que se encuentren en tangente, sólo en el acotamiento interno de los terraplenes en curva horizontal y en la zona de terraplén de las secciones de corte en balcón.

Se colocarán en el lado exterior del acotamiento y a una distancia de veinte (20) centímetros del hombro del camino. No se construirán bordillos y lavaderos en tramos de carretera sin pendiente longitudinal.

En los tramos en tangente se dejará un espacio libre para la descarga del escurrimiento hacia los lavaderos ubicados a una distancia de entre cincuenta (50) y cien (100) metros, a menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría.

b. Colocación

A menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría, los bordillos tendrán forma trapezoidal con base inferior de dieciséis (16) centímetros, base superior de ocho (8) centímetros y altura de doce (12) centímetros. Los bordillos se colocarán considerando para cada tipo, lo siguiente:

c. Bordillos de concreto hidráulico

Los bordillos de concreto hidráulico simple tendrán la resistencia establecida en el proyecto y se elaborarán considerando lo indicado en la **Norma N•CTR•CAR•1•02•003, Concreto Hidráulico**.

Cuando los bordillos sean colados en el sitio, se utilizarán moldes rígidos sobre el terreno, colocando varillas a cada metro de tal manera que permanezcan anclados al terreno natural.

Cuando se empleen elementos precolados, el proyecto indicará el procedimiento de fabricación, colocación, tipo de anclaje y tratamiento de las juntas.

A menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría, cuando la colocación del bordillo se realice mediante el procedimiento de extrusión con una máquina especial autopropulsada, el bordillo se anclará al terreno natural con varillas colocadas a cada metro.

Los bordillos de concreto hidráulico colados en el lugar, deben curarse de acuerdo con lo indicado en el proyecto o aprobado por la Secretaría.

d. Bordillos de concreto asfáltico

Los bordillos de concreto asfáltico se construirán utilizando los materiales y el procedimiento indicado en el proyecto o aprobado por la Secretaría.

Cuando los bordillos sean colados utilizando molde en el sitio, se utilizarán moldes colocados verticalmente o con un talud de un tercio a uno (1/3.:.1), rellenándose con el concreto asfáltico en capas de seis (6) centímetros de espesor ligeramente apisonadas.

Cuando la colocación del bordillo se realice mediante el procedimiento de extrusión con una máquina especial autopropulsada, para lograr una consistencia estructural adecuada, se vigilará la velocidad de avance de la máquina y el control de la temperatura, la cual será de ciento treinta (130) grados Celsius, a menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría.

e. Bordillos de suelo-cemento

Los bordillos de suelo-cemento se elaborarán con el proporcionamiento indicado en el proyecto o aprobado por la Secretaría y se construirán mediante el procedimiento de extrusión con una máquina especial autopropulsada. Para lograr una consistencia estructural adecuada, se tendrá especial cuidado en el control de la velocidad de avance de la máquina.

**Norma de Construcción. - (Norma N•CTR•CAR•1•03•007/00).**

- a) Alcantarillas con puntos corrugados de Alta Densidad
  - a. Excavación

La excavación para alcantarillas de tubos corrugados de polietileno de alta densidad se efectuará de acuerdo con las secciones y niveles establecidos en el proyecto o aprobados por la Secretaría, conforme a lo indicado en la **Norma N•CTR•CAR•1•01•007, Excavación para Estructuras.**

La excavación se hará dejando una holgura de cincuenta (50) centímetros a cada lado de la tubería, para permitir la compactación del material de relleno, hasta una profundidad de quince (15) centímetros, mayor que la profundidad de desplante de los tubos, para alojar la plantilla como se indica en la Fracción G.4. De esta Norma. Las paredes de la excavación se harán tan verticales como el terreno lo permita.

Salvo que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría, en el caso de que en el fondo de la excavación se encuentre arcilla o limo de alta plasticidad (CH o MH) clasificados según el Manual M•MMP•1•02, Clasificación de Fragmentos de Roca y Suelo o material blando o suelto, la excavación, en todo su ancho, se profundizará adicionalmente otros veinte (20) centímetros, para alojar una capa de cimentación como se indica en la Fracción G.3. De esta Norma, capa sobre la que se desplantará la plantilla.

El fondo de la excavación en que se asiente la alcantarilla estará exento de raíces, piedras salientes, oquedades u otras irregularidades.

Se excavarán canales de entrada y salida con la geometría y longitud establecidas en el proyecto o aprobadas por la Secretaría, conforme a lo indicado en la **Norma N•CTR•CAR•1•01•005, Excavación para Canales.**

- b. Capa de cimentación

En el caso a que se refiere el Inciso G.2.3. de esta Norma, sobre el fondo de la excavación, en todo su ancho, se colocará una capa de cimentación de veinte (20) centímetros de espesor, como se muestra en la Figura 1 de esta Norma, formada con material para subrasante, que cumpla con las características especificadas en la **Norma N•CMT•1•03, Materiales para Subrasante** y se compactará hasta alcanzar un grado de compactación mínimo de noventa (90) por ciento respecto a su masa volumétrica seca máxima obtenida en la prueba AASHTO estándar, como se indica en el **Manual M•MMP•1•09, Compactación AASHTO.**

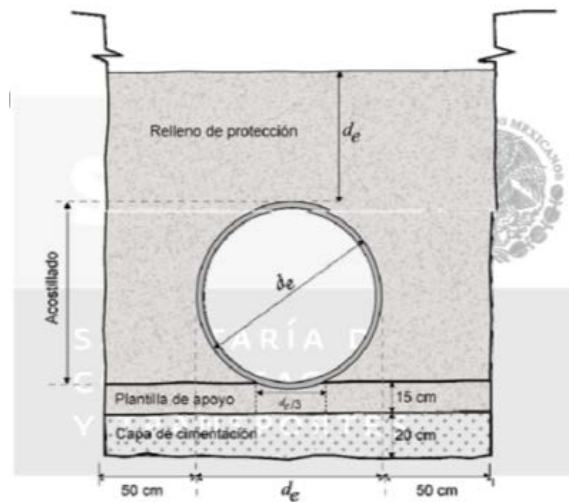


FIGURA 1.- Relleno de la excavación

c. Plantilla de apoyo

Sobre el fondo de la excavación o, en su caso, sobre la capa de cimentación se colocará una plantilla de apoyo de quince (15) centímetros de espesor en todo el ancho de la excavación, como se muestra en la Figura 1 de esta Norma.

Salvo que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría, la plantilla se formará con un material para subbase, que cumpla con las características especificadas en la **Norma N•CMT•4•02•001, Materiales para Subbases**.

Salvo que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría, la plantilla se compactará hasta alcanzar un grado de compactación mínimo de noventa (90) por ciento respecto a su masa volumétrica seca máxima obtenida en la prueba AASHTO modificada, como se indica en el **Manual M•MMP•1•09, Compactación AASHTO**, dejando sin compactar la franja central de la plantilla con ancho igual a un tercio ( $\frac{1}{3}$ ) del diámetro exterior del tubo, como se muestra en la Figura 1 de esta Norma. La pendiente de la plantilla será igual que la pendiente de la alcantarilla indicada en el proyecto.

Para tubos corrugados de polietileno de alta densidad con diámetro nominal de mil cincuenta (1 050) milímetros o mayor, en la franja central sin compactar de la plantilla de apoyo, se harán hendiduras transversales de dos coma cinco (2,5) centímetros de profundidad, con ancho ligeramente mayor que el de las campanas de unión de los tubos, en los sitios donde se ubiquen las juntas de la tubería, con el propósito de asegurar que el tubo quede completamente apoyado.

d. Colocación de los tubos

La colocación de los tubos corrugados de polietileno de alta densidad se hará siempre de aguas abajo hacia aguas arriba, de forma que sus campanas queden siempre aguas arriba.

Inmediatamente antes de conectar dos tubos, se limpiarán la campana, la espiga y el empaque elastomérico, de forma que el sistema de unión esté libre de tierra, polvo u otro material que pudiera afectar la hermeticidad de la conexión y se aplicará generosamente el lubricante que recomiende el fabricante de los tubos, en la pared interior de la campana y en el empaque, evitando que las partes ya lubricadas puedan ensuciarse.

La conexión de los tubos se hará manteniendo fija la campana e introduciendo la espiga del siguiente tubo con su empaque elastomérico colocado, cuidando que éste se mantenga siempre en su posición correcta.

Cuando se presente corriente de agua o filtraciones durante la colocación de los tubos corrugados de polietileno de alta densidad, el Contratista de Obra, por su cuenta y costo, hará lo necesario para desviar el agua temporalmente, mediante canales, bombeo u otro procedimiento aprobado por la Secretaría.

e. Relleno de protección

El relleno de protección que se coloque a los costados (acostillado) y arriba de los tubos corrugados de polietileno de alta densidad, como se muestra en la Figura 1 de esta Norma, se hará de acuerdo con lo indicado en la **Norma N•CTR•CAR•1•01•011, Rellenos** y salvo que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría, hasta una altura arriba de la clave de los tubos igual a su diámetro exterior, se usará un material para subbase que cumpla con las características especificadas en la Norma N•CMT•4•02•001, **Materiales para Subbases**.

El relleno de protección en el acostillado se acomodará simétricamente a ambos lados de los tubos de polietileno de alta densidad, en capas no mayores de quince (15) centímetros, cuidando que penetre en los valles de las corrugaciones, pero evitando que los tubos se muevan. Salvo que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría, cada capa se compactará simultáneamente a ambos lados del tubo, hasta alcanzar un grado de compactación mínimo de noventa (90) por ciento respecto a la masa volumétrica seca máxima del material, obtenida en la prueba AASHTO modificada, como se indica en el **Manual M•MMP•1•09, Compactación AASHTO**.

El relleno de protección arriba de los tubos corrugados de polietileno de alta densidad, hasta una altura igual al diámetro exterior de los tubos, se extenderá en capas no mayores de quince (15) centímetros y salvo que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría, cada capa se compactará con equipo manual ligero, hasta alcanzar un grado de compactación mínimo de noventa (90) por ciento respecto a la masa volumétrica seca máxima del material, obtenida en la prueba AASHTO modificada, como se indica en el **Manual M•MMP•1•09, Compactación AASHTO**.

A menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría, cuando el relleno de protección a que se refieren los Incisos G.6.2. y G.6.3. de esta Norma, sobresalga de la excavación, para protección de la estructura se formará sobre la tubería un relleno de sección trapecial, de acuerdo con lo indicado en la **Norma N•CTR•CAR•1•01•011, Rellenos**, con base superior igual a tres (3) veces el diámetro de la alcantarilla y una altura mínima sobre la clave de los tubos, igual que su diámetro exterior, como se muestra en la Figura 2 de esta Norma, con un material para subbase que cumpla con las características especificadas en la **Norma N•CMT•4•02•001, Materiales para Subbases**, compactado con equipo manual ligero, hasta alcanzar un grado de compactación mínimo de noventa (90) por ciento respecto a la masa volumétrica seca máxima del material, obtenida en la prueba AASHTO modificada, como se indica en el **Manual M•MMP•1•09, Compactación AASHTO**.

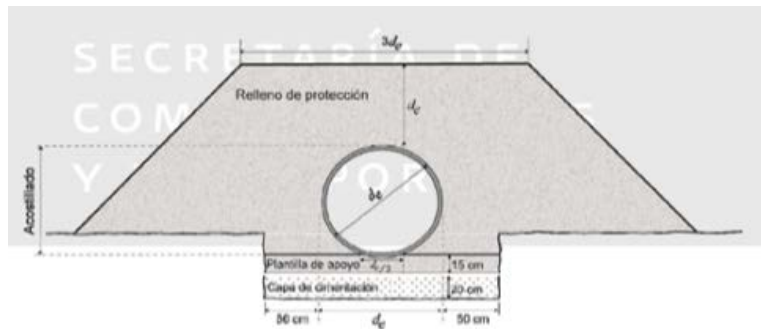


FIGURA 2.- Relleno de protección

Salvo que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría, sólo se permitirá el tránsito de vehículos de construcción o el uso de compactadores vibratorios o tipo pata de cabra sobre la alcantarilla, una vez que el espesor de material sobre la clave de la tubería sea igual que el diámetro exterior de los tubos.

f. Muros de cabeza

Los extremos de la tubería formada con tubos corrugados de polietileno de alta densidad, se sujetarán con muros de cabeza, los cuales podrán estar provistos de aleros y delantales; construidos de mampostería, concreto ciclópeo o concreto armado, conforme a lo establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría, considerando lo indicado en las Normas N•CTR•CAR•1•02•001, Mampostería, N•CTR•CAR•1•02•003, Concreto Hidráulico, N•CTR•CAR•1•02•004, Acero para Concreto Hidráulico y N•CTR•CAR•1•02•006, Estructuras de Concreto Reforzado.

g. Zampeado

A la entrada y a la salida de la alcantarilla de tubos corrugados de polietileno de alta densidad, en caso de que se requiera, se realizará un zampeado conforme a lo establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría, de acuerdo con lo indicado en la Norma N•CTR•CAR•1•02•002, Zampeado.

Norma de Construcción. - (Norma N•CTR•CAR•1•03•014/09).

En la siguiente tabla se muestran las coordenadas de las obras de drenaje menor propuestas en el proyecto, es importante mencionar que todas se tratan de tubos de 1.5 metros de diámetro a excepción de una losa.

Tabla II. 7. Obras de drenaje Menor

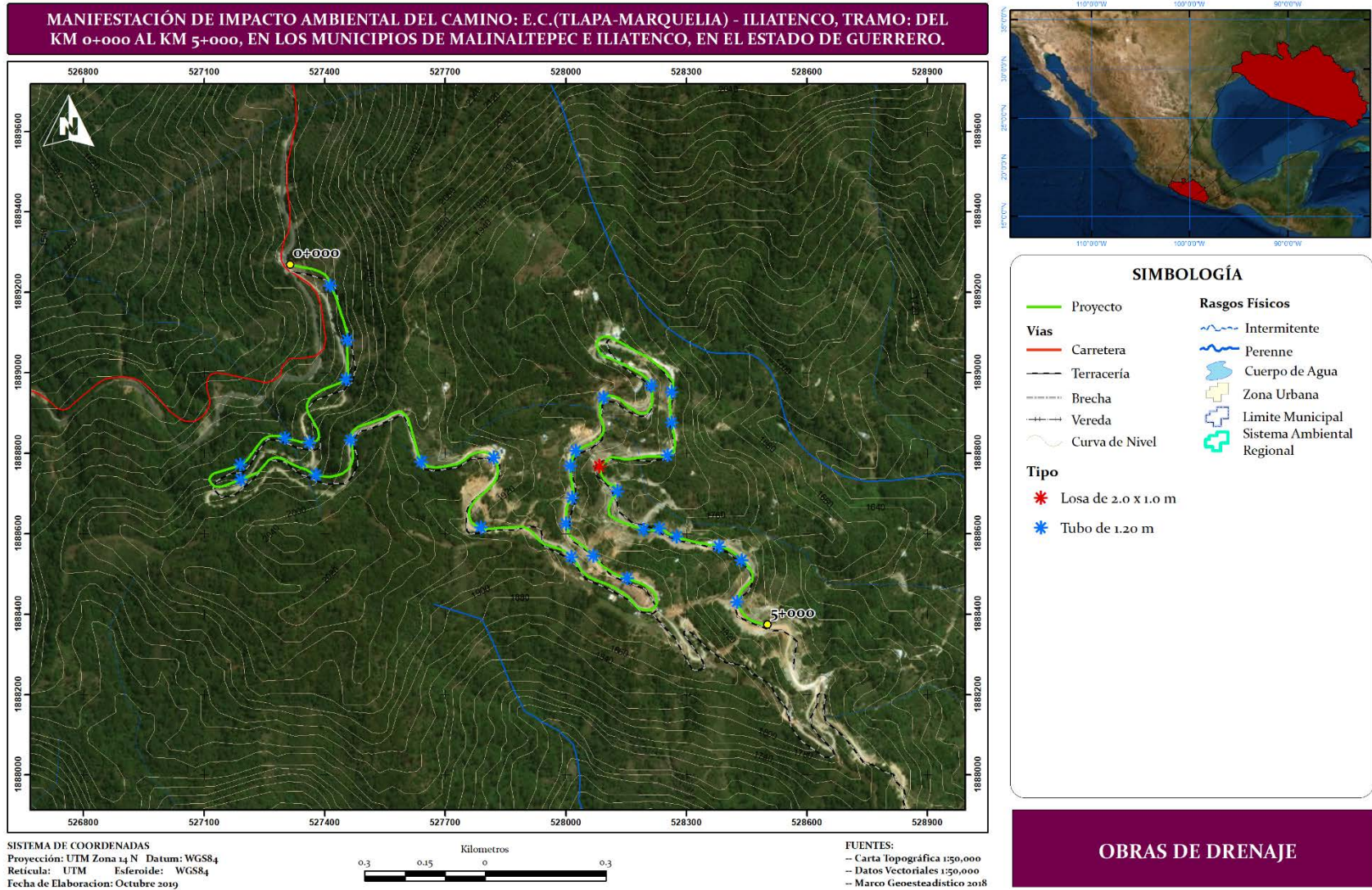
No	ESTACION	TIPO DE OBRA
1	0+120.00	Obra de alivio (propuesta) Tubo de 1.20 m diámetro.
2	0+263.50	Obra de alivio (propuesta) Tubo de 1.20 m diámetro.
3	0+360.00	Obra de alivio (propuesta) Tubo de 1.20 m diámetro.
4	00+598.00	Obra de alivio (propuesta) Tubo de 1.20 m diámetro.
5	0+660.00	Obra de alivio (propuesta) Tubo de 1.20 m diámetro.
6	0+802.00	Obra de alivio (propuesta) Tubo de 1.20 m diámetro.
7	0+986.50	Obra de alivio (propuesta) Tubo de 1.20 m diámetro.
8	1+200.00	Obra de alivio (propuesta) Tubo de 1.20 m diámetro.
9	1+360.00	Obra de alivio (propuesta) Tubo de 1.20 m diámetro.
10	1+653.50	Obra de alivio (propuesta) Tubo de 1.20 m diámetro.
11	1+850.00	Obra de alivio (propuesta) Tubo de 1.20 m diámetro.
12	2+070.00	Obra de alivio (propuesta) Tubo de 1.20 m diámetro.

No	ESTACION	TIPO DE OBRA
13	2+320.00	Obra de alivio (propuesta) Tubo de 1.20 m diámetro.
14	2+692.50	Obra de alivio (propuesta) Tubo de 1.20 m diámetro.
15	2+797.50	Obra de alivio (propuesta) Tubo de 1.20 m diámetro.
16	2+907.00	Obra de alivio (propuesta) Tubo de 1.20 m diámetro.
17	2+973.00	Obra de alivio (propuesta) Tubo de 1.20 m diámetro.
18	3+055.00	Obra de alivio (propuesta) Tubo de 1.20 m diámetro.
19	3+096.00	Obra de alivio (propuesta) Tubo de 1.20 m diámetro.
20	3+270.00	Obra de alivio (propuesta) Tubo de 1.20 m diámetro.
21	3+460.00	Obra de alivio (propuesta) Tubo de 1.20 m diámetro.
22	3+900.00	Obra de alivio (propuesta) Tubo de 1.20 m diámetro.
23	3+980.00	Obra de alivio (propuesta) Tubo de 1.20 m diámetro.
24	4+068.00	Obra de alivio (propuesta) Tubo de 1.20 m diámetro.
25	4+250.00	Obra de alivio (propuesta) Losa de 2.0 x 1.0 m
26	4+333.00	Obra de alivio (propuesta) Tubo de 1.20 m diámetro.
27	4+493.00	Obra de alivio (propuesta) Tubo de 1.20 m diámetro.
28	4+534.00	Obra de alivio (propuesta) Tubo de 1.20 m diámetro.
29	4+582.00	Obra de alivio (propuesta) Tubo de 1.20 m diámetro.
30	4+690.00	Obra de alivio (propuesta) Tubo de 1.20 m diámetro.
31	4+758.00	Obra de alivio (propuesta) Tubo de 1.20 m diámetro.
32	4+880.00	Obra de alivio (propuesta) Tubo de 1.20 m diámetro.

Fuente: SECIRA 2019

A continuación se muestran la localización de las obras de drenaje menor en el proyecto:

Imagen II. 10. Obras de Drenaje Menor





## II.2.5 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Los trabajos y actividades que se requieren durante la operación y mantenimiento son los de conservación y mantenimiento de la carretera: repintar las líneas divisorias de carriles, reposicionar fantasmas y señalamientos, reparación de la carpeta asfáltica, limpieza periódica de material edáfico y rocoso fragmentado, residuos domésticos y vegetales presentes sobre la carpeta asfáltica, en el derecho de vía y de las obras hidráulicas, así como la limpieza y mantenimiento de áreas verdes.

A continuación, se mencionan los programas de conservación preventiva y correctiva, así como el programa de conservación rutinaria de la SCT que deben de llevarse a cabo para el mantenimiento de las carreteras, para que tengan un adecuado funcionamiento y mayor vida útil, que pueden ser tomados en cuenta para aplicar a este tipo de caminos.

### *Programa de conservación preventiva y correctiva según la SCT.*

1. Prever el programa quincenal inicial de conservación preventiva y correctiva, que deberá ser actualizado anualmente. Entregar programa quincenal actualizado al centro SCT y a la DGPSCT.
2. Obtener índice de servicio actual o IRI de la superficie de rodamiento, para delimitar los tramos homogéneos. Para la evaluación del pavimento proceder como lo indica el Sistema Mexicano de Protección de Pavimentos o el que se implante en la vialidad.
3. Evaluar las obras de drenaje y subdrenaje que presenten problemas en el momento de la inspección. Para la realización de los estudios correspondientes proceder como se indica en el Programa de Conservación Preventiva de la SCT.
4. Identificar terraplenes y cortes que presenten en el momento de la inspección, problemas de inestabilidad, movimientos inaceptables, derrumbes, deslizamientos de material y procesos erosivos, entre otros. Para su estudio se debe proceder como se indica en el Programa de Conservación Preventiva de la SCT.
5. Inspeccionar las condiciones físicas de las estructuras que presenten problemas. Para la evaluación de las estructuras proceder como se indica en Programa de Conservación Preventiva de la SCT.
6. Inspeccionar los sitios y señales con problemas. Para la evaluación de la señalización, se deberá proceder como se indica en el Programa de Conservación Preventiva de la SCT.
7. Contratar la ejecución de los estudios del estado de las vialidades. Enviar el estudio terminado, indicando la alternativa de solución que considere más adecuada a la DGPSCT y al centro SCT correspondiente.
8. Preparar el programa de obra de la alternativa aprobada por la SCT para los trabajos de reconstrucción en caso de ser necesaria, de acuerdo a los resultados de los estudios. Acordar su ejecución con la Dirección General del Centro SCT correspondiente.
9. Supervisar los trabajos durante su proceso de ejecución de manera permanente hasta concluirlos, realizando el control de calidad de la obra.

### *Programa de conservación rutinaria.*

1. Realizar inspecciones diarias en la vialidad para detectar problemas y corregirlos en:
  - Cercado e invasión del derecho de vía.
  - Mantenimiento de vegetación incorporada y reforestación, en caso de ser necesario.
  - Retiro de derrumbes, residuos domésticos y limpieza de la superficie de rodamiento.
  - Carencia de señales que pongan en peligro al usuario o lo desorienten.
  - Rehabilitación de destrozos y daños en áreas verdes o muerte de arbolado introducido.

2. Realizar inspecciones semanales o cuando se requiera en la vialidad o de acción inmediata si fuera necesario para detectar problemas y corregirlos en:
  - Defensas y señales de tipo normal.
  - Obras de drenaje
  - Obras complementarias de drenaje
  - Atención a los baches, calavereo, grietas, deformaciones, etc., en el pavimento.
  - Colocación de propaganda o anuncios espectaculares no autorizada
  - Limpieza de cunetas y derecho de vía
  - Daños en el camino, derivados de accidentes vehiculares.
  - Contracunetas y subdrenajes
  - Cajas y/o canales de entrada y salida de obras de drenaje
  - Deslave en terraplenes
  - Fallas locales de cortes
  - Postes y fantasmas
  - Deshierbe y poda de vegetación
  - Terraplenes de acceso a estructuras, principalmente en el área de juntas
  - Apoyo y juntas de estructura
  - Pintura en general

**a) Descripción detallada de las tecnologías que se utilizarán, en especial las que tengan relación directa con la emisión y el control de residuos líquidos, sólidos y gaseosos.**

Dentro de los problemas directos con la contaminación de los recursos naturales, que existen en las carreteras se encuentran los relacionados con el tránsito de sustancias y materiales peligrosos y los riesgos de accidentes en la vialidad, que ocasionaran una afectación a los recursos suelo, agua, fauna y vegetación, e incluso la salud humana. En este sentido, los accidentes que con más frecuencia se pueden presentar son los siguientes:

- Colisión entre vehículos.
- Atropellamiento de peatones.
- Colisión de vehículos contra estructuras y señalamientos.

Para estos tipos de accidentes, muy comunes en las carreteras de México, no existen planes de emergencia y solo se tiene una cultura de prevención con los señalamientos y límites máximos de velocidad; los pobladores del lugar y los servicios médicos más cercanos serán los que brinden apoyo a quienes se vean integrados en la atención de estos accidentes. En la zona se cuenta con servicios de emergencia de segundo nivel.

**Derrames de sustancias peligrosas por accidentes de pipas que transportan dicho material**

En estos casos, se deberá solicitar inmediatamente la intervención de las autoridades federales, estatales y municipales, tales como la Secretaría de Comunicaciones del Estado, Protección Civil, y el Consejo Estatal de Ecología del Estado de Guerrero, quienes deberán determinar el grado de peligrosidad de la sustancia derramada, e implementar los planes de protección a la población civil y al medio ambiente que sean necesarios. Asimismo, se incluye la responsabilidad de las Empresas Constructora y Transportista en coordinación con la SCT.

Además, la empresa constructora contará con un programa integral de manejo de residuos, que será aplicado en la generación de residuos peligrosos y no peligrosos a lo largo de las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto.

## Programa de mantenimiento

Presentar una descripción del programa de mantenimiento de las instalaciones del proyecto, donde se detalle lo siguiente:

### a) Actividades de mantenimiento y su periodicidad.

Para las actividades de mantenimiento se tienen consideradas las actividades siguientes:

**Reposición de señales:** estas actividades se llevarán a cabo cada vez que una señal deba reponerse o cambiarse con el fin de brindar un adecuado señalamiento y se prevengan accidentes.

### b) Calendarización desglosada de equipos y obras que requieren mantenimiento.

Este programa lo realizará la contratante del mantenimiento y carece de un programa definido en este momento; en cuanto se tenga se pondrá a disposición de las autoridades de SEMARNAT para someterlo a su consideración, previo a su aplicación.

### c) Tipo de reparaciones a sistemas, equipos y obras. Incluir aquellos que durante el mantenimiento generen residuos líquidos y sólidos peligrosos y no peligrosos.

Los equipos a utilizar con mayor frecuencia serán los siguientes: camioneta pick up, vehículo de bacheo, camión de volteo o caja plana, rodillo o compactador y equipo manual necesario. Solo se habrá de generar aceites gastados y materiales impregnados con estas sustancias. Para el riego de áreas verdes, tendrá que hacerse cada tercer día con pipas, exclusivamente durante la temporada de sequía.

#### Mantenimiento Preventivo.

Esta etapa consiste en la realización de trabajos de conservación en los que no se requiere de herramientas especiales o de gran tamaño para procedimientos como reposición de señales, mantenimiento de taludes, chequeo de luminarias en zona urbana, pintura, reposición de material de la superficie de rodamiento, poda y mantenimiento de las áreas verdes.

#### Mantenimiento Mayor.

Este mantenimiento consiste en trabajos en los que se requiere del cierre de un carril de la vialidad con el fin de realizar trabajos de reencarpetado o mantenimiento mayor de la superficie de rodamiento y colocar señales de peligro.

#### Verificación del nivel de servicio.

Esta actividad consiste en la realización de recorridos de prueba con un vehículo de diseño y con cuatro pasajeros que determinarán el nivel de servicio de la vialidad que cubre todos los aspectos, destacando algunos de los siguientes:

- Confiabilidad, adecuado señalamiento, comodidad, maniobrabilidad y visibilidad,
- Verificación del nivel de servicio.
- Recorridos de chequeo, que son actividades encaminadas al control y supervisión de los trabajos de mantenimiento y de operación del camino.
- Listado de maquinaria y equipo necesario para las actividades futuras.

### d) Descripción de los procesos y operaciones unitarias necesarios para el mantenimiento de la infraestructura: en la vía, el camino, los cortes, cunetas, canaletas y otras de tipo hidráulico, camellones, túneles, puentes y otros dentro del derecho de vía, así como en los servicios para la operación, protección ambiental, administrativos, entre otras.

La maquinaria empleada en la operación consta de una camioneta tipo pick-up para el transporte del personal y cuadrillas de trabajo requeridas para la operación del camino. En cuanto al mantenimiento del camino se requiere de equipos como pipa para regar áreas verdes y otras zonas que requieran del uso de agua. Para las cuadrillas de mantenimiento y del alumbrado en las zonas donde se requiera, para el camino se transportarán en camión de volteo o en las camionetas para tal fin, simultáneamente con el equipo a utilizar; así mismo, también se requiere de un camión para recolección de residuos y de la basura generada en la limpieza de la carpeta y obras anexas como las alcantarillas, drenes y cunetas, así como, para el transporte de las cuadrillas de trabajo.

En este sentido, eventualmente, se requerirá de equipos para el mantenimiento menor como bacheo y calavereo o para la colocación y reposición de señales y pintura en la superficie de rodamiento.

## II.2.6 DESMANTELAMIENTO Y ABANDONO DE LAS INSTALACIONES.

Para el camino "CAMINO: E.C.(TLAPA-MARQUELIA) - ILIATENCO, TRAMO: DEL KM 0+000 AL KM 5+000". No se considera el desmantelamiento y abandono del proyecto, ya que se trata de un camino al cual se le dará mantenimiento constante para que se encuentre en condiciones óptimas de funcionamiento a lo largo del tiempo.

## II.2.7 RESIDUOS.

### *Residuos sólidos*

A continuación, se indican los residuos que se presentarán en las etapas de construcción y operación, los cuales son muy similares para ambas etapas. Cabe mencionar que los residuos municipales tendrán una disposición final en el relleno sanitario municipal.

El principal residuo sólido que se generará en el proyecto será el suelo y residuos vegetales producto del despalle. Una parte del material vegetal desmontado se podrá entregar a los propietarios o habitantes locales para su utilización en forma de leña y madera (en el caso de los árboles o especies arbustivas leñosas). La vegetación restante será troceada en el lugar y mezclada con las capas superficiales edáficas, para su posterior utilización en actividades de rehabilitación, como puede ser en zonas deterioradas, en el relleno sanitario municipal o los bancos de materiales, que hayan concluido su etapa de aprovechamiento, lo anterior en caso de afectar vegetación arbórea, lo cual no se espera.

Otro tipo de residuo serán los productos geológicos derivados de los cortes, que serán utilizados para la construcción de terraplén o para el relleno sanitario como material de cubierta o en los bancos de materiales que requieran nivelar su superficie.

El otro tipo de residuos que se van a generar serán el resultado de la estancia de los trabajadores en el área, los residuos serán papel, cartón, residuos orgánicos, latas y vidrio. Considerando el factor de generación de residuos de 0.150 kg/persona/día, los desechos domésticos totales que se generarán serán de aproximadamente 220 kg/persona en el lapso de tiempo que durará la construcción del proyecto.

En cuanto a los residuos sólidos industrializados y residuos peligrosos, cabe mencionar que se prevé la generación de residuos sólidos industrializados como bolsas de papel, empaques de cartón, vidrio y plásticos, entre otros; así como latas vacías. Los residuos industrializados se generarán en los patios de maquinaria y talleres y se dispondrán en su interior de manera temporal.

Por otra parte, dentro de los residuos considerados como peligrosos de acuerdo al Reglamento de la LGEEPA en Materia de Residuos Peligrosos, Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos y las NOM- SEMARNAT-052-1999, NOM- SEMARNAT-053-1999, tales como recipientes vacíos con algún contenido de pinturas, solventes, aceite o lubricantes, aceites usados y estopa impregnada de grasas, serán almacenados temporalmente de manera adecuada y después entregados a empresa especializadas para su tratamiento y/o disposición final.

Dentro de los patios de maquinaria se estabilizarán o almacenarán aquellos residuos peligrosos que así lo requieran; posteriormente y de acuerdo con el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Residuos Peligrosos, así como la NOM-003-SCT2-1994 y la NOM-011-SCT2-1994, se embalará y serán entregados a una empresa autorizada por SEMARNAT para la disposición final de estos materiales peligrosos.

En cualquier caso, la generación de residuos peligrosos será mínima, se tiene una estimación entre 45 y 65 Kg/mes durante la etapa de construcción, principalmente. Adicionalmente estos materiales serán residuos de materiales de operación o de mantenimiento de maquinaria lo que implica una condición de bajo riesgo para el suelo y agua, por lo mismo con el cumplimiento de las reglamentaciones en vigor se generará un impacto mínimo al ambiente.

Otro tipo de residuos sólidos serán los depositados de manera clandestina por los usuarios sobre la carretera. Normalmente, estos consisten en papel, latas de aluminio, restos de alimentos, bolsas de plástico, etc. Por las características rurales de la zona, no es raro que también se deposite cascajo, restos de las cosechas agrícolas y otros materiales de desecho. Estos desechos tendrán que ser recogidos periódicamente y depositados, según lo establezcan las autoridades.

**Residuos líquidos.** - La principal fuente de líquidos no peligrosos, es el agua de consumo humano, esta tiene tres componentes, la utilizada para beber que debe ser potable (3 L/día/persona), y las requeridas para la higiene, más la que se genera como producto de los desechos orgánicos. Dada la naturaleza del uso, las dos últimas necesidades utilizan fundamentalmente agua cruda.

Respecto al agua de limpieza e higiene se anticipa que aun cuando su volumen puede ser importante (10 L/día-trabajador), esta puede ser expuesta a fosas de desecación para su manejo y control, respecto al agua de los desechos humanos, en los frentes de obra se instalarán sanitarios portátiles, la empresa que ofrezcan el servicio será la responsable de darle mantenimiento diario. Durante la operación, no habrá ninguna generación de aguas residuales.

Por otra parte, se incluyen pendientes adecuadas para desalojar el agua de la superficie de rodamiento así como las obras de drenaje (alcantarillas, bordillos, lavaderos, cunetas, etc.) para permitir el libre flujo de los arroyos intermitentes o continuos cuyo paso afecte el terraplén del camino. De esta forma el proyecto, no producirá ninguna descarga de aguas residuales.

Los residuos industriales líquidos, para evitar el derrame de combustible y aceite en los talleres, se prevé la construcción de un firme de cemento con concreto para proteger el suelo de derrames accidentales, en las reparaciones se recogerán los productos en charolas que serán vaciadas en tambos y entregados a empresas especializadas en el manejo y disposición final, de acuerdo al programa de manejo de residuos peligrosos a implementar la empresa constructora.

En cuanto a las plantas de asfalto también se prevé colocarlas sobre firmes de cemento y concreto para evitar el asfalto se derrame sobre el suelo.

**Emisiones a la atmósfera.** - Durante la construcción, se van a generar polvos durante casi todas las actividades, que serán dispersados en el aire y depositados en los alrededores. También se habrá de generar de manera intermitente gases de combustión hacia la atmósfera por parte de los equipos, maquinaria, vehículos de carga, automotores, pero estas serán en una cantidad insignificante, en comparación con las que se generen durante la operación del proyecto. Durante la operación de la carretera, la única actividad relevante será el tránsito vehicular. Se estima que el umbral máximo de circulación será de 3,600 unidades/día; con esta carga vehicular se prevé una carga de emisiones como se observa en la siguiente Tabla.

Tabla II. 8. Estimaciones de emisión durante la operación del proyecto.

Contaminante	Kg/h
<b>Hidrocarburos</b>	15.71
CO	32.46
<b>NOx</b>	34.50
PM <sub>10</sub>	15.77

Fuente: SECIRA 2019

El tránsito vehicular en el Proyecto implicará la emisión de bióxido de azufre, óxido de nitrógeno, monóxido de carbono, hidrocarburos y partículas suspendidas. Las cantidades y concentraciones de las emisiones varían dependiendo de los siguientes factores:

- Densidad del flujo vehicular.
- Tipo de combustible (gasolina o diésel).
- Calidad del combustible (magna sin o diésel).
- Cilindrada y estado de desgaste de los motores.
- Aceite quemado, asociado a los desperfectos mecánicos.

Los factores mencionados no pueden ser estandarizados a condiciones constantes, ya que son características que oscilan entre un vehículo y otro. Adicionalmente, la dispersión de los contaminantes, al igual que la emisión, dependerá de varios factores:

- Velocidad del viento.
- Condiciones de precipitación pluvial o presencia de neblina
- Temperatura ambiental.
- Humedad relativa.
- Forma y tamaño del espacio al cual son emitidos.
- Concentración inicial del contaminante.

Por lo anterior, se considera que no existen a lo largo del trazo condiciones de confinamiento para las diferentes emisiones y las estaciones climatológicas cercanas indican al menos velocidades de vientos mayores a 5 m/s lo que asegura que las capas de mezclado y la distancia de dispersión se alcanzaran rápidamente en cualquier punto del trazo, por lo que el problema de calidad del aire no será importante.

En conclusión, se prevé que en el SAR las emisiones vehiculares contaminantes no alcanzarán una concentración importante en la atmósfera y que las condiciones atmosféricas prevalecientes son suficientes para dispersar las emisiones al medio, que cuenta con un fuerte valor de resiliencia para absorber este tipo de afectación ambiental.

## ÍNDICE GENERAL.

CAPÍTULO III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DEL USO DEL SUELO. _____	2
III.1 VINCULACIÓN CON PLANES Y PROGRAMAS SECTORIALES. _____	2
III.1.1. PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2019-2024 _____	2
III.2 VINCULACIÓN CON PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO, ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS U OTRA ZONIFICACIÓN PRIORITARIA PARA LA CONSERVACIÓN (RTP Y/O RHP), O LA RELATIVA A LA REGULACIÓN DEL USO DEL SUELO URBANO (PDU). _____	7
III.3 CUMPLIMIENTO DE LEYES, REGLAMENTOS O NORMAS DE LOS TRES NIVELES DE GOBIERNO. _____	17
III.3.3 LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE. _____	18
III.3.4 LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE _____	20
III.3.5 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE. _____	20
III.3.6 LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS Y SU REGLAMENTO. _____	21
III.3.7 LEY DE AGUAS NACIONALES _____	23
III.3.8 LEY DE CAMINOS, PUENTES Y AUTOTRANSPORTE FEDERAL. _____	23
III.3.9 LEY DE VÍAS GENERALES DE COMUNICACIÓN. _____	24
III.3.10 NORMAS OFICIALES MEXICANAS. _____	25

## ÍNDICE DE IMÁGENES.

Imagen III. 1. Plan nacional de desarrollo.....	2
Imagen III. 2. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio .....	8
Imagen III. 3. Áreas Naturales Protegidas cercanas al proyecto .....	11
Imagen III. 4. RTP Cercanas al proyecto.....	13
Imagen III. 5. AICAS del proyecto.....	14
Imagen III. 6. Regiones Hidrológicas Prioritarias del proyecto .....	16

## ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla III. 1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio .....	8
Tabla III. 3 Vinculación con las Normas Oficiales Mexicanas.....	25

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

### III.1 VINCULACIÓN CON PLANES Y PROGRAMAS SECTORIALES.

#### III.1.1. PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2019-2024

El documento está estructurado por tres ejes generales que permiten agrupar los problemas públicos identificados a través del Sistema Nacional de Planeación Democrática en tres temáticas: 1) Justicia y Estado de Derecho; 2) Bienestar; 3) Desarrollo económico.

Asimismo, se detectaron tres temas comunes a los problemas públicos que fueron identificados, y se definieron tres ejes transversales: 1) Igualdad de género, no discriminación e inclusión; 2) Combate a la corrupción y mejora de la gestión pública; 3) Territorio y desarrollo sostenible.

Loa anterior se esquematiza de la siguiente manera:

Imagen III. 1. Plan nacional de desarrollo



El PND plantea un objetivo para cada eje general, que refleja el fin último de las políticas propuestas por esta administración en cada uno de ellos. A su vez, cada eje general se conforma por un número de objetivos que corresponden a los resultados esperados, factibles y medibles que se esperan al implementar las políticas públicas propuestas.

De acuerdo con los objetivos de los ejes generales, el proyecto se relaciona directamente con el Eje General 3, el cual se desglosa a continuación.



### 3. El eje general de “Desarrollo económico” tiene como objetivo:

Incrementar la productividad y promover un uso eficiente y responsable de los recursos para contribuir a un crecimiento económico equilibrado que garantice un desarrollo igualitario, incluyente, sostenible y a lo largo de todo el territorio.

El desarrollo económico implica la construcción de un entorno que garantice el uso eficiente y sostenible financiera y ambientalmente de los recursos, así como la generación de los medios, bienes, servicios y capacidades humanas para garantizar la prosperidad.

Para impulsar este desarrollo es fundamental implementar acciones concertadas y sostenidas de política que estimulen el crecimiento de la economía y aseguren que los frutos de este crecimiento se distribuyan de manera justa en todas las regiones del país.

De este objetivo general (3) se desprende el objetivo específico 3.6 que dice:

**Objetivo 3.6 Desarrollar de manera transparente, una red de comunicaciones y transportes accesible, segura, eficiente, sostenible, incluyente y moderna, con visión de desarrollo regional y de redes logísticas que conecte a todas las personas, facilite el traslado de bienes y servicios, y que contribuya a salvaguardar la seguridad nacional.**

La infraestructura pública es un elemento fundamental para detonar el potencial económico de un país. La infraestructura económica como carreteras, aeropuertos y puertos aumenta la capacidad productiva; reduce los costos de transacción; incrementa la actividad agropecuaria, industrial y de servicios; conecta a los pueblos y comunidades indígenas; y brinda a la sociedad más y mejores oportunidades, así como empleos mejor remunerados.

Para alcanzar el objetivo se proponen las siguientes estrategias:

- ✓ 3.6.1 Contar con una red carretera segura y eficiente que conecte centros de población, puertos, aeropuertos, centros logísticos y de intercambio modal, conservando su valor patrimonial.
- ✓ 3.6.2 Mejorar el acceso a localidades con altos niveles de marginación.
- ✓ 3.6.3 Desarrollar una infraestructura de transporte accesible, con enfoque multimodal (ferroviario, aeroportuario, transporte marítimo, transporte masivo), sostenible, a costos competitivos y accesibles que amplíe la cobertura del transporte nacional y regional.
- ✓ 3.6.4 Contribuir a que los puertos sean enlaces de desarrollo costero planificado y a la competitividad nacional e internacional.
- ✓ 3.6.5 Propiciar la creación de conjuntos industriales y urbanos de desarrollo alrededor de las vías de comunicación.
- ✓ 3.6.6 Promover la competencia, transparencia, evaluación y rendición de cuentas de los programas, acciones, procesos y recursos orientados al desarrollo de obra pública y la mejora de la infraestructura del país.

### Vinculación

Se pretende la modernización del camino rural: "E.C.(TLAPA-MARQUELIA) - ILIATENCO, TRAMO: DEL KM 0+000 AL KM 5+000, EN LOS MUNICIPIOS DE MALINALTEPEC E ILIATENCO, EN EL ESTADO DE GUERRERO". El proyecto carretero corresponde a una obra asociada al Plan Nacional de Desarrollo y congruente con el Objetivo 3.6, al pretender modernizar la infraestructura carretera rural mejorando las condiciones de servicio y brindando seguridad al tránsito vehicular.

Con respecto a las estrategias que se desprenden del objetivo 3.6, a continuación, se presenta la vinculación con cada una de ellas.

**Tabla III. 1. Vinculación con el plan nacional de desarrollo**

<b>Estrategia</b>	<b>Vinculación</b>
3.6.1 Contar con una red carretera segura y eficiente que conecte centros de población, puertos, aeropuertos, centros logísticos y de intercambio modal, conservando su valor patrimonial.	Uno de los objetivos principales del proyecto es proveer a los usuarios una vialidad segura y moderna la cual conectará a dos localidades rurales para realizar de manera más eficiente actividades económicas como el transporte de mercancía y brindar mejores servicios de transporte.
3.6.2 Mejorar el acceso a localidades con altos niveles de marginación.	Existen localidades cercanas al área del proyecto con alto grado de marginación, por lo que el camino a modernizar pretende incentivar la conectividad entre localidades para incrementar el consumo de bienes y servicios de la región y ayudar a mejorar los índices de marginación
3.6.3 Desarrollar una infraestructura de transporte accesible, con enfoque multimodal (ferroviario, aeroportuario, transporte marítimo, transporte masivo), sostenible, a costos competitivos y accesibles que amplie la cobertura del transporte nacional y regional.	La modernización del camino rural "E.C.(TLAPA-MARQUELIA) - ILIATENCO, TRAMO: DEL KM 0+000 AL KM 5+000, EN LOS MUNICIPIOS DE MALINALTEPEC E ILIATENCO, EN EL ESTADO DE GUERRERO", contribuirá a que la red regional de carreteras se amplíe y mejore, por lo que se considera que el proyecto se alinea a esta estrategia.
3.6.4 Contribuir a que los puertos sean enlaces de desarrollo costero planificado y a la competitividad nacional e internacional.	El proyecto no se localiza en las cercanías de algún puerto por lo que la estrategia no se relaciona con el proyecto.
3.6.5 Propiciar la creación de conjuntos industriales y urbanos de desarrollo alrededor de las vías de comunicación.	El sector del proyecto corresponde a vías de comunicación por lo que no se relaciona con la estrategia.
3.6.6 Promover la competencia, transparencia, evaluación y rendición de cuentas de los programas, acciones, procesos y recursos orientados al desarrollo de obra pública y la mejora de la infraestructura del país.	La aplicación y ejecución de esta estrategia corresponde a los diferentes órdenes de gobierno, sin embargo, la promotora del proyecto garantiza la transparencia y total cumplimiento de las obligaciones que le competen en este proyecto.

## PLAN ESTATAL DE DESARROLLO DEL ESTADO DE GUERRERO 2016 -2021.

El Plan Estatal de Desarrollo 2016-2021, es la hoja de ruta resultado de un amplio ejercicio democrático que permitirá orientar las políticas y programas del Gobierno del Estado durante los próximos años.

1. Guerrero Seguro y de Leyes bajo el marco de Derechos Humanos
2. Guerrero Próspero.
3. Guerrero Socialmente Comprometido
4. Guerrero con Desarrollo Integral, Regional y Municipal
5. Guerrero con Gobierno Abierto y Transparente

## II. GUERRERO PRÓSPERO

Quinto proyecto

Infraestructura y conectividad: "Mejoramiento, Modernización y Ampliación de la Red Carretera del Estado"

Para el Gobierno Estatal, la infraestructura de comunicaciones es un elemento fundamental para el desarrollo de las regiones. Con la creación de más infraestructura, se sientan las bases para generar bienestar y desarrollo comunitario, mejorar el ingreso e incrementar el acceso a los servicios básicos en las diferentes localidades de la entidad. En Guerrero tenemos municipios y localidades que no cuentan con una comunicación adecuada, por lo que es indispensable fortalecer la infraestructura carretera estatal y rural, con el fin de favorecer la conectividad y los servicios locales y propiciar una mejor calidad de vida.

Cualquier estrategia para el desarrollo requiere una adecuada infraestructura de comunicaciones. Una carretera, un camino, un puente, significa integración y modernidad; de ahí la trascendencia de realizar las obras necesarias para que los guerrerenses puedan transitar por el Estado con mejores vías de comunicación y mayor seguridad.

A lo largo y ancho del Estado de Guerrero todavía hay localidades que no cuentan con un camino pavimentado o una brecha. Algunos que sí existen, dada su antigüedad, demandan grandes inversiones para mantener sus condiciones de transitabilidad, en especial en las localidades con una población menor a 500 habitantes. Este problema persiste, sobre todo, debido a la dispersión geográfica de las comunidades, principalmente en las regiones de La Montaña, de Tierra Caliente, de la Sierra.

Como resultado del crecimiento poblacional y de la demanda de bienes y servicios requeridos para ofrecer mayores oportunidades de desarrollo y mejorar la calidad de vida de los guerrerenses, es necesario conservar, rehabilitar y modernizar las principales carreteras federales y estatales, a efecto de contar con una red carretera completa y segura, que conecte a las regiones estratégicas del Estado.

De igual manera, es necesario modernizar y rehabilitar las carreteras y los caminos que conectan a las comunidades del medio rural, así como dotar de infraestructura a las más aisladas, facilitando así su integración al desarrollo económico y sustentable del Estado.

### VINCULACIÓN

El proyecto es vinculante Plan Estatal de Desarrollo, ya que dentro del mismo se busca impulsar la vocación turística de Guerrero, así como su fuerte potencial minero, agrícola, hídrico y pesquero, constituyen una gran oportunidad para diseñar y llevar a cabo un programa de desarrollo económico basado en criterios de sustentabilidad. El Plan Estatal de Desarrollo plantea que la recuperación del dinamismo de la actividad productiva debe tener el sello de un desarrollo económico sustentable, es decir, todos los proyectos productivos que se ejecuten conciliarán los aspectos económicos, sociales y ambientales en una visión de largo plazo, de

manera que la actividad productiva sea sostenible tanto en la explotación como en la preservación del medio ambiente.

Asimismo, esta administración está consciente de que uno de los principales ejes de la actividad económica en el estado, depende del mantenimiento y creación de infraestructura para las comunicaciones y el transporte, en tanto que constituyen la base para la integración de las regiones al proceso de desarrollo económico del estado, y para la propia concurrencia con el resto del país. Por esta razón, la presente administración afronto el reto de acondicionar las vías carreteras en beneficio de las distintas regiones que comprenden el territorio; llevar a cabo esta importante tarea propiciará que las cadenas productivas locales se fortalezcan, y coadyuvará a la reactivación de las industrias del turismo y la construcción. No obstante, el desafío que implica mantener y mejorar esta gran red carretera es quizá aún más apremiante que el relativo acondicionamiento de los caminos rurales que aún no están pavimentados, e incluso la generación de nuevas vías de acceso a los territorios; con esto se busca mejorar la competitividad entre las regiones y reducir las diferencias de bienestar entre ellas.

El proyecto carretero "**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL CAMINO: E.C.(TLAPA-MARQUELIA) - ILIATENCO, TRAMO: DEL KM 0+000 AL KM 5+000, EN LOS MUNICIPIOS DE MALINALTEPEC E ILIATENCO, EN EL ESTADO DE GUERRERO**", forma parte de la estrategia para consolidar los circuitos regionales en beneficio de la actividad económica de cada región, garantizando la integridad y conectividad de Guerrero, pieza clave para abatir la marginación en la que se encuentran diversas localidades.

El proyecto atraviesa por 2 municipios los cuales se mencionan a continuación:

#### **PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO MALINALTEPEC**

El municipio no cuenta actualmente con un Plan municipal de desarrollo por lo que el proyecto se apegará a lo estipulado en el Plan Estatal de Desarrollo del Estado.

#### **PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO COYUCA DE ILIATENCO**

El municipio no cuenta actualmente con un Plan municipal de desarrollo por lo que el proyecto se apegará a lo estipulado en el Plan Estatal de Desarrollo del Estado.

### **III.2 VINCULACIÓN CON PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO, ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS U OTRA ZONIFICACIÓN PRIORITARIA PARA LA CONSERVACIÓN (RTP Y/O RHP), O LA RELATIVA A LA REGULACIÓN DEL USO DEL SUELO URBANO (PDU).**

#### **PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO.**

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) tiene sustento legal en la LGEEPA y su Reglamento de la LGEEPA en Materia de Ordenamiento Ecológico (RLGEEPAOE).

El objeto del POEGT es llevar a cabo una regionalización ecológica del territorio nacional y de las zonas sobre las cuales la nación ejerce soberanía y jurisdicción, identificando áreas de atención prioritaria y áreas de aptitud sectorial.

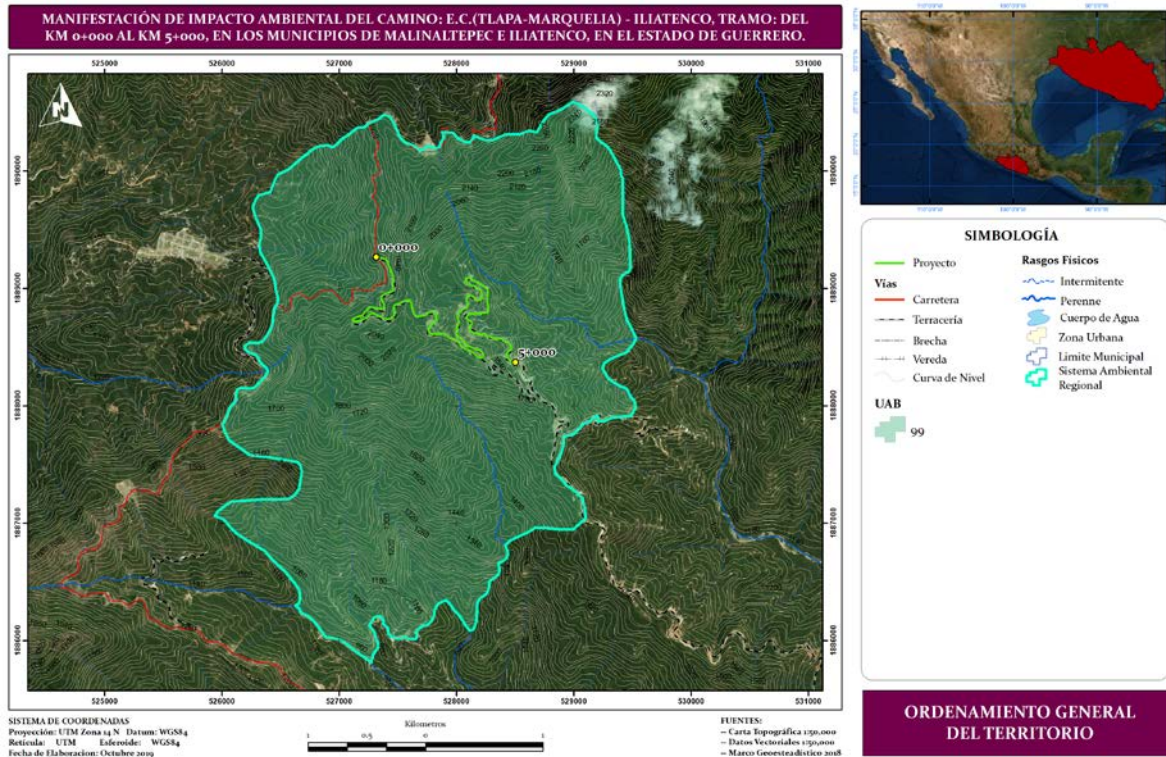
Asimismo, tiene por objeto establecer los lineamientos y estrategias ecológicas necesarias para promover la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales; Promover medidas de mitigación de los posibles impactos ambientales causados por las acciones, programas 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 Administración Pública Federal (APF).

Las regiones ecológicas se integran por un conjunto de la Unidad Ambiental Biofísica (UAB) que comparten la misma prioridad de atención, de aptitud sectorial y de política ambiental. A cada UAB le fueron asignados lineamientos y estrategias ecológicas específicas, de la misma manera que ocurre con las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) previstas en los Programas de Ordenamiento Ecológico Regionales y Locales.

De acuerdo a la naturaleza del proyecto y conforme a lo que establece el recientemente publicado POEGT se identificó que las obras y/o actividades que propone el proyecto se ubican en la UAB 99; denominada "Cordillera Costera del Sureste de Guerrero" (Región 18.17).

No presenta superficie de ANP's. Baja degradación de los Suelos. Alta degradación de la Vegetación. Sin degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es muy baja. Longitud de Carreteras (km): Muy baja. Porcentaje de Zonas Urbanas: Muy baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Sin información. Densidad de población (hab/km<sup>2</sup>): Muy baja. El uso de suelo es Forestal y Pecuario. Con disponibilidad de agua superficial. Con disponibilidad de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 74.1. Muy alta marginación social. Muy bajo índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Muy alto hacinamiento en la vivienda. Muy bajo indicador de consolidación de la vivienda. Muy bajo indicador de capitalización industrial. Muy alto porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Muy bajo porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola de subsistencia. Media importancia de la actividad minera. Media importancia de la actividad ganadera.

Imagen III. 2. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio



Fuente: SECIRA, SA de CV. 2019

Tabla III. 2. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio

CLAVE REGIÓN	18.17
UAB	99
NOMBRE DE LA UAB	"Cordillera Costera del Sureste de Guerrero"
RECTORES DEL DESARROLLO	Forestal
COADYUVANTES DEL DESARROLLO	Poblacional - Preservación de Flora y Fauna
ASOCIADOS DEL DESARROLLO	Agricultura
OTROS SECTORES DE INTERES	Ganadería - Minería SCT
POLITICA AMBIENTAL	Restauración y Aprovechamiento, Sustentable.
NIVEL DE ATENCION PRIORITARIA	Muy Alta
ESTRATEGIAS 99	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44.

Fuente: SECIRA SA DE CV, 2019

En base a la descripción plasmada, respecto al desarrollo de las obras y actividades que se pretenden realizar en el presente proyecto carretero respecto a la política ambiental; refleja la importancia y rumbo del desarrollo que se desea inducir en la Unidad Ambiental Biofísica (UAB) respecto a un buen desarrollo por parte del proyecto en observancia al POEGT; por otra parte, tenemos que:

Para el Programa se formularon 10 Lineamientos Ecológicos, a través de las directrices generales que en lo ambiental, social y económico se deberá promover para alcanzar el estado deseable del territorio nacional.

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 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.

#### VINCULACIÓN

Lineamiento 1: Tomando en cuenta las características del proyecto se presenta la Manifestación de Impacto Ambiental con el objetivo de que la ejecución del proyecto no ponga en riesgo la preservación del medio ambiente aunado a las medidas de mitigación aplicables suscritas en el cap. VI siempre cumpliendo la normatividad aplicable.

Lineamiento 4: La evaluación y determinación de la factibilidad del proyecto en materia de impacto ambiental corresponde a la SEMARNAT y deberá ajustarse a la normatividad a cargo del Gobierno del Estado de Guerrero.

Lineamiento 5: Con el objetivo de preservar la flora y la fauna se proponen medidas de prevención y mitigación en el capítulo VI.

Lineamiento 10: El diseño y construcción de las obras y/o actividades que se consideran en el Cap. II, se harán en observancia a este lineamiento en la medida de evidenciar la viabilidad ambiental y factibilidad con los ordenamientos aplicables al mismo.

### Programa de Ordenamiento Ecológico para el Territorio que ocupa el Estado de Guerrero (POET)

En el área donde se ubica el Proyecto, no se cuenta con un Plan de Ordenamiento Ecológico para el Territorio (POET), por lo tanto, no existen políticas ecológicas aplicables, ya que no existen Unidades de Gestión Ambiental (UGA's) establecidas, ni criterios ecológicos determinados.

### ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

Teniendo como conocimiento, que las Áreas Naturales Protegidas están sujetas a regímenes especiales de protección, conservación, restauración y desarrollo, según categorías establecidas en la Ley, específicamente con las disposiciones del Título Segundo de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección del Ambiente (LGEEPA) sobre Biodiversidad y su Reglamento en materia de Áreas Naturales Protegidas (ANP's), específicamente en lo que se establece en el artículo 44, en el que se dispone la zonas del territorio nacional y aquellas sobre las que la Nación ejerce soberanía y jurisdicción, en los que los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano, o que requieren ser preservadas y restauradas, quedaran sujetas al régimen previsto en la Ley y los demás ordenamientos aplicables.

El Artículo 45° de la LGEEPA, señala que el establecimiento de las ANP's tiene por objeto preservar los ambientes naturales representativos de las diferentes regiones biogeográficas y ecológicas y de los ecosistemas más frágiles, para asegurar el equilibrio y la continuidad de los procesos evolutivos ecológicos; de acuerdo al artículo 46 de la misma Ley que son competencia federal las áreas naturales protegidas comprendidas como:

- . Reservas de la Biosfera
- . Parques nacionales;
- . Monumentos naturales
- . Áreas de protección de recursos naturales
- . Áreas de protección de flora y fauna;
- . Santuarios
- . Parques y reservas estatales; y
- . Zona de preservación ecológica de los centros de población.

La clasificación y categorías de las Áreas Naturales Protegidas del Estado de Guerrero, de los Espacios Naturales Protegidos son:

Categorías de Áreas Naturales Protegidas:

- . Reservas de la Biosfera
- . Sierra de Huautla
- . Parques Nacionales
- . El Veladero
- . El Tepozteco
- . Grutas de Cacahuamilpa
- . Monumentos Naturales No tiene
- . Áreas de Protección de Recursos Naturales No tiene
- . Áreas de Protección de Flora y Fauna Silvestre
- . Corredor Biológico Chichinautzin
- . Santuarios
- . Playa de Tierra Colorada
- . Playa de Piedra Tlacoyunque
- . Parques y reservas estatales No tiene



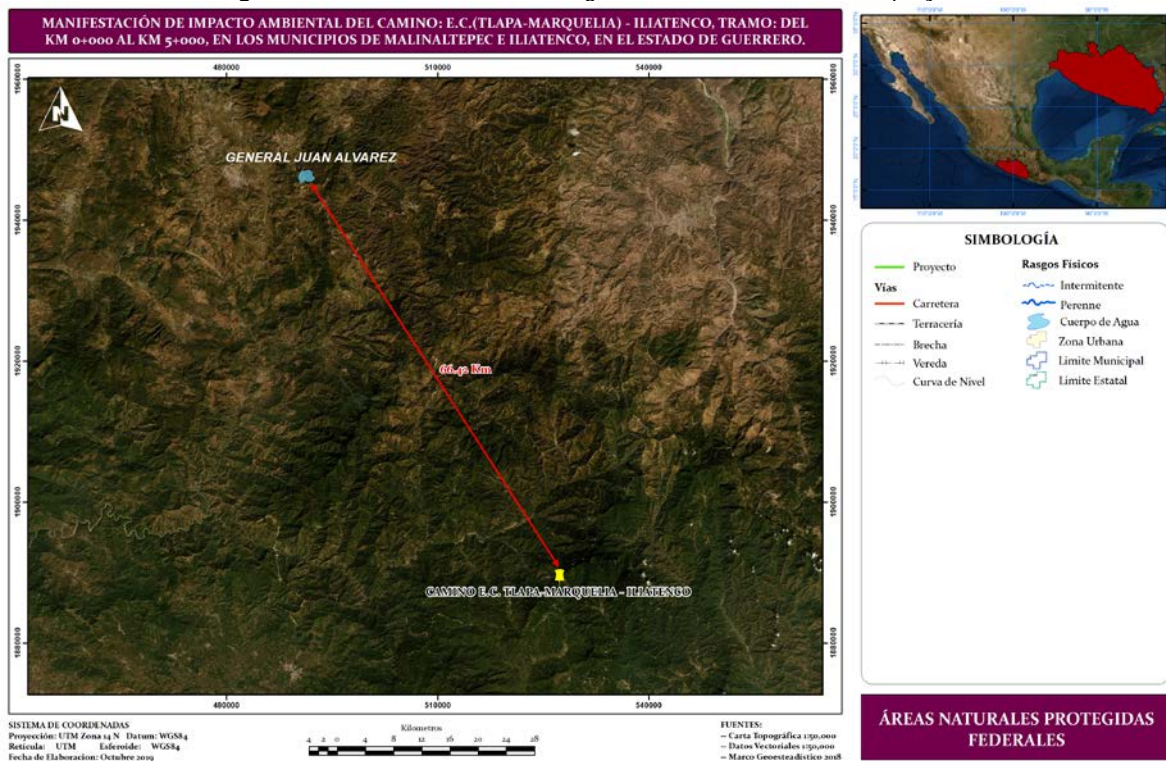
En el ámbito estatal, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales estatal (SEMAREN), desarrolla un sistema Estatal de Áreas naturales Protegidas para lo cual identifica y clasifica aquellas áreas propias para la conservación ecológica, de acuerdo a la biodiversidad que alberguen y en las cuales se garantice la conservación y el uso sustentable de los recursos para el beneficio de las comunidades involucradas directamente.

Así a la fecha se ha logrado la obtención de cuatro actas para decreto bajo la normatividad legal aplicable de los siguientes sitios.

### VINCULACIÓN

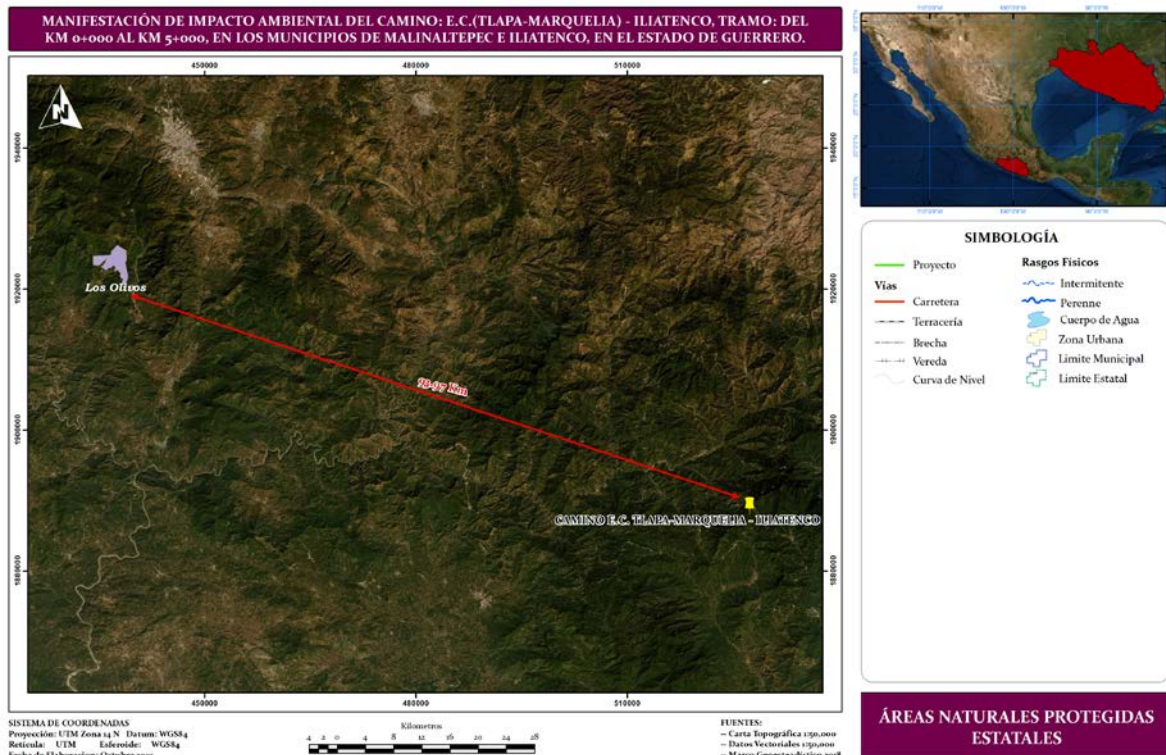
Se realizó una consulta al listado del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas para confirmar que la zona donde se asienta el proyecto carretero **"MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL CAMINO: E.C.(TLAPA-MARQUELIA) - ILIATENCO, TRAMO: DEL KM 0+000 AL KM 5+000, EN LOS MUNICIPIOS DE MALINALTEPEC E ILIATENCO, EN EL ESTADO DE GUERRERO"**, no se encuentra dentro de dicho listado o en una zona en proyecto de establecerse como tal. Cabe mencionar que las ANP Federal más cercana al trazo es: "General Juan Álvarez", a una distancia de 66.42 kilómetros en dirección noroeste respecto al trazo y a nivel Estatal es la de la que lleva por nombre "Los Olivos" y que se encuentra a una distancia de 93.97 km del sitio del proyecto.

Imagen III. 3. Áreas Naturales Protegidas Federales cercanas al proyecto



Fuente: SECIRA SA DE CV, 2019

Imagen III. 4. Áreas Naturales Protegidas Estatales cercanas al proyecto



Fuente: SECIRA SA DE CV, 2019

### REGIONES PRIORITARIAS DE ACUERDO CON LA CONABIO.

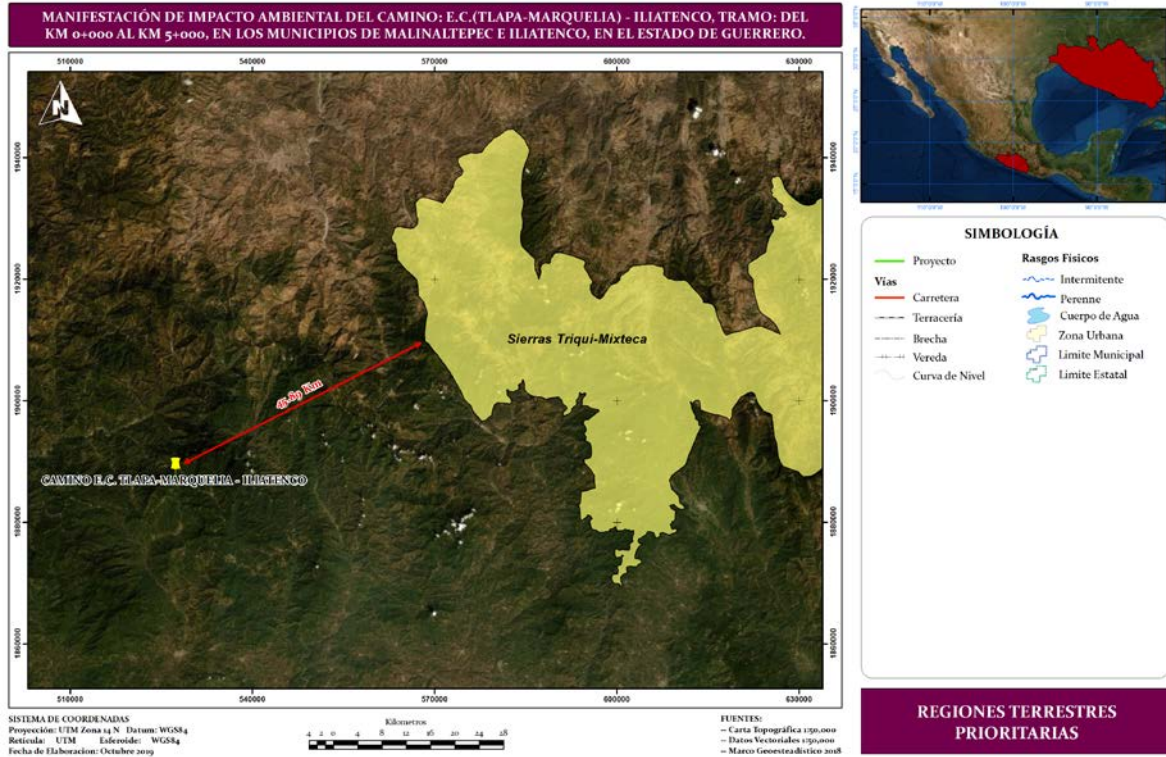
La CONABIO impulsa el programa de identificación de regiones prioritarias para la biodiversidad, considerando los ámbitos terrestre (regiones terrestres prioritarias), marino (regiones prioritarias marinas) y acuático epicontinental (regiones hidrológicas prioritarias), para los cuales, mediante sendos talleres de especialistas, se definieron las áreas de mayor relevancia en cuanto a la riqueza de especies, presencia de organismos endémicos y áreas con un mayor nivel de integridad ecológica, así como aquellas con mayores posibilidades de conservación en función a aspectos sociales, económicos y ecológicos. Con este marco de planeación regional, se espera orientar los esfuerzos de investigación que optimicen el conocimiento de la biodiversidad en México.

Respecto a la regionalización del proyecto **“MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL CAMINO: E.C.(TLAPA-MARQUELIA) - ILIATENCO, TRAMO: DEL KM 0+000 AL KM 5+000, EN LOS MUNICIPIOS DE MALINALTEPEC E ILIATENCO, EN EL ESTADO DE GUERRERO”**, presenta las siguientes interacciones:

#### **Región Terrestre Prioritaria (RTP).**

El trazo del proyecto no atraviesa por ninguna región de este tipo la más cercana es la RTP 126 “Sierras Triqui Mixteca” la cual se encuentra a 45.89 km de distancia de la zona del proyecto.

Imagen III. 5. RTP Cercanas al proyecto

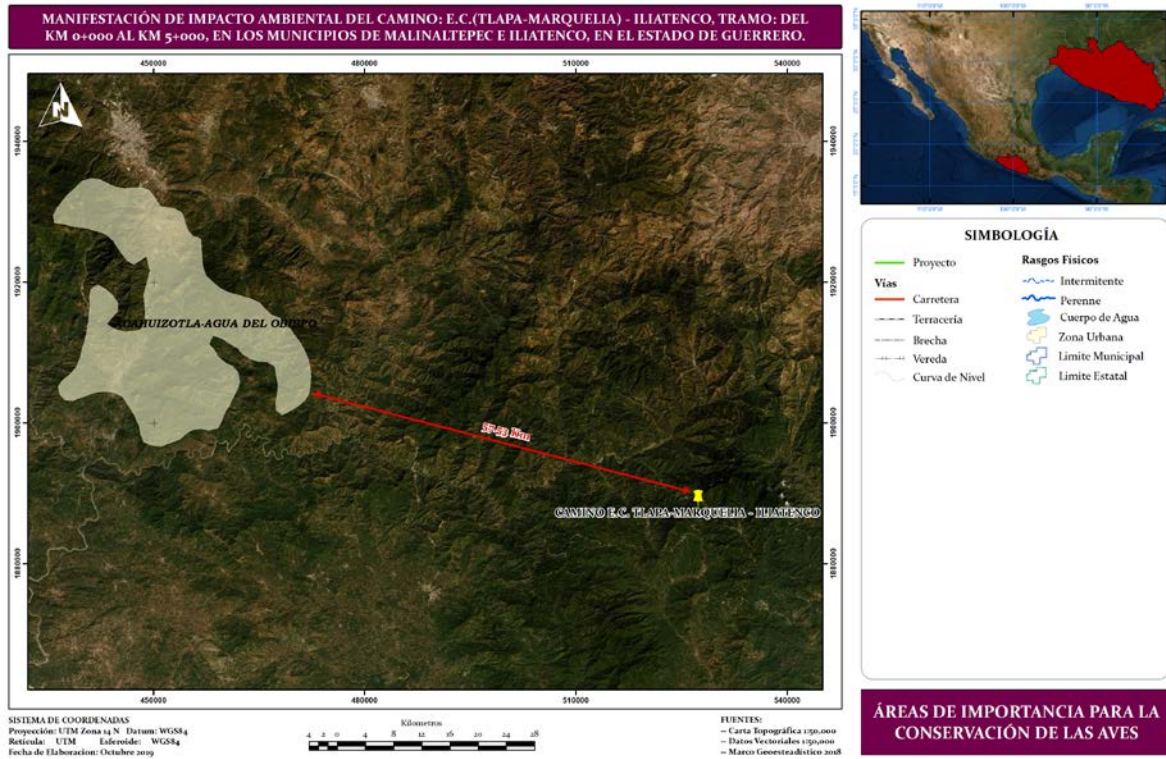


Fuente: SECIRA SA DE CV, 2019

**Área de Importancia ecológica para la Conservación de las Aves (AICA).**

El proyecto no se encuentra dentro del polígono establecido para alguna AICA la más cercana se encuentra a una distancia de 57.53 kilómetros, llamada "Acahuizotla – Agua del Obispo" con relación al trazo.

Imagen III. 6. AICAS del proyecto



Fuente: SECIRA SA DE CV, 2019

### **Región Hidrológica Prioritaria (RHP).**

La zona donde se pretende establecer el proyecto se encuentra dentro de la RHP Río Papagayo – Acapulco, la cual cuenta con las siguientes características:

**Estado(s):** Guerrero      **Extensión:** 8,501.81 km<sup>2</sup>

**Polígono:**              Latitud 17°36'36" - 16°41'24" N  
                                 Longitud 100°04'48" - 98°35'54" W

### **Recursos hídricos principales**

**lénticos:** Lagunas Negra, La Sabana y Tres Palos

**lóticos:** ríos Papagayo, La Sabana y Omitlán

**Limnología básica:** ND

**Geología/Edafología:** lomeríos y planicies aluviales en la boca de los ríos; rocas metamórficas. Suelos someros poco desarrollados, con predominio de Regosol, Cambisol y Feozem.

**Características varias:** climas cálido subhúmedo con lluvias en verano. Temperatura media anual de 16-28°C. Precipitación total anual de 1000-2000 mm y evaporación del 80-90%.

**Principales poblados:** Acapulco, Tierra Colorada

**Actividad económica principal:** turismo, agricultura (copra), ganadería y pesca

**Indicadores de calidad de agua:** ND

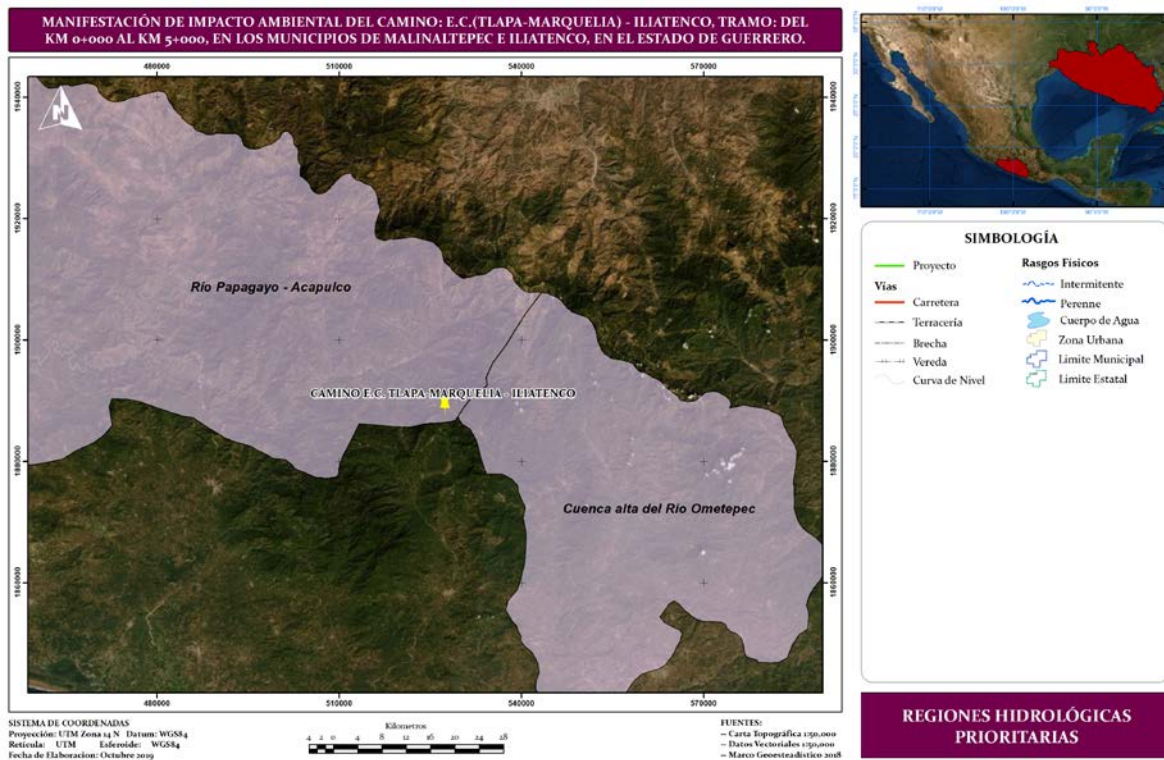
**Biodiversidad:** tipos de vegetación: selva baja caducifolia, selva mediana subcaducifolia, bosques de pino-encino, de encino-pino, de encino, mesófilo de montaña y pastizal inducido. Moluscos característicos: *Anachis vexillum* (litoral rocoso), *Balcis falcata*, *Calyptrea spirata* (zona rocosa expuesta), *Calliostoma aequisculptum* (zona litoral rocosa), *Chiton articulatus* (zonas expuestas), *Crassinella skoglundae*, *Cyathodonta lucasana*, *Entodesma lucasanum* (zona litoral), *Fissurella (Cremides) decemcostata* (zonas rocosas), *Fissurella (Cremides) gemmata* (zona rocosa), *Lucina (Callucina) lampra*, *Lucina lingualis*, *Nassarina (Zanassarina) atella*, *Opalia mexicana*, *Pilsbryspira amathea* (zona rocosa de marea), *P. garciacubasi* (fondos rocosos de litoral), *Pseudochama inermis* (zona litoral), *Semele (Amphidesma) verrucosa pacifica*, *Serpulorbis oryzata*, *Tegula globulus* (litoral), *Tripsyche (Eualetes) centiquadra* (litoral rocoso). Endemismo de anfibios *Rana omiltemana*, *R. sierramadrensis* y *R. zweifeli*; de aves *Amazilia viridifrons*, *Aulacorhynchus wagleri*, *Cyanolyca mirabilis*, *Deltarhynchus flammulatus*, *Dendrocolaptes certhia shefferi*, *Dendrortyx macroura*, *Eupherusa poliocerca*, *Lepidocolaptes leucogaster*, *Nyctiphrynus mcleodii*, *Piculus auricularis*, *Pipilo ocai guerrerensis*, *Piranga erythrocephala*, *Rhodinocichla rosea*, *Ridgwayia pinicola*, *Streptoprocne semicollaris*, *Vireo nelsoni*. Especies amenazadas: de aves *Accipiter gentilis*, *Amazona oratrix*, *Eupherusa poliocerca*, *Vireo atricapillus*, *V. nelsoni*.

**Aspectos económicos:** turismo, ganadería, agricultura y pesca. Pesca de crustáceos *Macrobrachium acanthochirus*, *M. americanum*, *M. occidentale* y *M. tenellum*.

### Problemática:

- Modificación del entorno: alta modificación en la parte baja de la cuenca por deforestación, desecación, sobreexplotación de pozos, contaminación; transformación de muchas zonas en pastizales. Hábitat muy deteriorado por influencia de la zona turística.
- Contaminación: por sedimentos en suspensión, materia orgánica, basura y descargas de la zona hotelera. Laguna Tres Palos: hipertrófica; Laguna La Sabana: O<sub>2</sub>D=cero, sobrecarga de materia orgánica y basura.
- Uso de recursos: no hay control sobre la pesca ni tratamiento adecuado de las aguas residuales. Uso de suelo urbano, ganadero y agrícola.

Imagen III. 7. Regiones Hidrológicas Prioritarias del proyecto



Fuente: SECIRA SA de CV

### PROPUESTA DE CUMPLIMIENTO

Respecto a la problemática que afecta a esta región, el proyecto no modificará severamente el entorno y no requiere una fuerte deforestación. El promovente es responsable de instrumentar, a través de un mecanismo de comunicación efectiva, el que toda persona involucrada directamente con el proyecto, de cumplimiento a los siguientes códigos de conducta: Queda prohibida la extracción y el comercio de cualquier organismo vegetal encontrado en el área de proyecto y sus alrededores; queda prohibida la cacería, captura, comercialización y maltrato de especies de fauna silvestre, tanto de las encontradas en el área de obra como en sus alrededores; queda prohibido la utilización de fuego en las actividades de preparación del sitio y construcción. Finalmente, el proyecto no pretende el uso de los recursos para el aprovechamiento económico de los mismos. En el contexto hidrológico, no existe ningún tipo de afectación ya que es una vialidad totalmente utilizada que se pretende modernizar por lo que no interceptará ningún recurso lentic o lotico prioritario.

### III.3 CUMPLIMIENTO DE LEYES, REGLAMENTOS O NORMAS DE LOS TRES NIVELES DE GOBIERNO.

El proyecto se vincula con los siguientes artículos del Reglamento en materia de Impacto Ambiental de la LGEEPA.

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

*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 aguas nacionales,*

*O) Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas*

#### Vinculación

Derivado de que el proyecto se refiere a la modernización de un camino rural existente, el presente proyecto carretero requiere la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental. Por lo anterior el proyecto, se somete al proceso de evaluación en impacto ambiental.

*Artículo 9. Los promoventes deberán presentar ante la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita autorización.*

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

#### *Vinculación*

Se presenta la manifestación de impacto ambiental en su modalidad regional, misma que incluye la información ambiental relevante relacionada con el proyecto, para exponer los factores ambientales susceptibles de ser afectados y las respectivas medidas de mitigación que deberán ejecutarse a fin de minimizar de la mejor forma los efectos adversos atribuibles al proyecto.

*Artículo 11. Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de:*

*I. Parques industriales y acuícolas, granjas acuícolas de más de 500 hectáreas, carreteras y vías férreas, proyectos de generación de energía nuclear, presas y, en general, proyectos que alteren las cuencas hidrológicas;*

*II. Un conjunto de obras o actividades que se encuentren incluidas en un plan o programa parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que sea sometido a consideración de la Secretaría en los términos previstos por el artículo 22 de este reglamento;*

*III. Un conjunto de proyectos de obras y actividades que pretendan realizarse en una región ecológica determinada, y*

*IV. Proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en los que, por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.*

En los demás casos, la manifestación deberá presentarse en la modalidad particular.

### *Vinculación*

Se presenta la Manifestación de Impacto Ambiental en su Modalidad Regional, debido a que el proyecto denominado "MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL CAMINO: E.C.(TLAPA-MARQUELIA) - ILIATENCO, TRAMO: DEL KM 0+000 AL KM 5+000, EN LOS MUNICIPIOS DE MALINALTEPEC E ILIATENCO, EN EL ESTADO DE GUERRERO, se encuentra comprendido dentro del numeral I., de dicho precepto, asimismo corresponde a un proyecto donde se prevé existan impactos acumulativos y fragmentación de hábitat.

### **III.3.3 LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE.**

La presente Ley es de orden público y de interés social, 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.

El aprovechamiento sustentable de los recursos forestales maderables y no maderables y de las especies cuyo medio de vida total sea el agua, será regulado por las leyes forestales y de pesca, respectivamente, salvo que se trate de especies o poblaciones en riesgo. Se vincula con el proyecto de la siguiente manera:

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

### **Vinculación**

El proyecto contempla acciones prioritarias para aplicar medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos ambientales generados por la construcción del proyecto, las cuales tienen la finalidad de reducir al mínimo la afectación sobre el entorno, la vida silvestre y su hábitat. El promovente contempla previamente presentar ante la autoridad ambiental aplicable (DGIRA), las acciones de protección y conservación de flora y fauna, a través del capítulo VI DE la presente MIA y a los que estará condicionado el proyecto.

*Artículo 29. Los municipios y entidades federativas y la federación adoptarán las medidas de trato digno y respetuoso para evitar o disminuir la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor que se pudiera ocasionar a los ejemplares de fauna silvestre durante su aprovechamiento, traslado, exhibición, cuarentena, entrenamiento, comercialización y sacrificio.*

### **Vinculación**

El proyecto contempla acciones de protección y en su caso el rescate y reubicación de fauna silvestre, presente en la zona del proyecto al momento de la preparación del sitio y construcción, las cuales se harán respetando lo establecido por este precepto y demás legislación aplicable, evitando la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor sobre los organismos. En caso de que durante las actividades de preparación y construcción se identifique la presencia de cualquier tipo de fauna, se utilizarán medidas de ahuyentamiento para prevenir cualquier impacto negativo hacia este recurso. Dentro de los reglamentos internos para las cuadrillas de trabajo quedará estrictamente prohibido cualquier afectación o maltrato a la fauna que se pueda encontrar en la zona del proyecto.

*Artículo 30. El aprovechamiento de la fauna silvestre se llevará a cabo de manera que se eviten o disminuyan los daños a la fauna silvestre, mencionados en el artículo anterior. Queda estrictamente prohibido todo acto de crueldad en contra de la fauna silvestre, en los términos de esta Ley y las normas que de ella deriven.*



---

*Artículo 31. Cuando se realice traslado de ejemplares vivos de fauna silvestre, éste se deberá efectuar bajo condiciones que eviten o disminuyan a tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta sus características.*

**Vinculación**

No se pretende el aprovechamiento de fauna silvestre, no obstante, en caso de requerir la manipulación de fauna y particularmente su reubicación, que pudiera considerarse como medida de mitigación, se evitará cualquier acto de crueldad, de la misma manera se solicitará al personal especialista en fauna que labore en la preparación, construcción y mantenimiento del proyecto tomar esta medida, cumpliendo así con lo establecido por los artículos 30 y 31 de la LGVS.

### III.3.4 LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE

*Artículo 1. La presente Ley es reglamentaria del Artículo 27 de La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, sus disposiciones son de orden e interés público y de observancia general en todo el territorio nacional, y tiene por objeto regular y fomentar la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos así como distribuir competencias que en materia forestal correspondan a La Federación, los Estados, el Distrito Federal y los Municipios.*

*Artículo 2. Sus objetivos generales de esta Ley:*

*I.- Contribuir al desarrollo, social, económico, ecológico y ambiental del país mediante el manejo integral sustentable de los recursos forestales, así como de las cuencas y ecosistemas hidrológico-forestales, sin perjuicio de lo previsto en otros ordenamientos;*

*III.- Desarrollar los bienes y servicios ambientales y proteger, mantener y aumentar la biodiversidad que brindan los recursos forestales;*

*V.- Respetar el derecho al uso y disfrute preferente de los recursos forestales de los lugares que ocupan y habitan las comunidades indígenas, en los términos del artículo 2 fracción VI de La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y demás normatividad aplicable.*

*Artículo 58. Corresponderá a la Secretaría otorgar las siguientes autorizaciones:*

*I. Cambio de uso de suelo en terrenos forestales...*

#### Vinculación

El proyecto requiere de cambio de uso de suelo en zonas con vocación forestal que atraviesa el trazo del proyecto, en el Capítulo IV se presentan las superficies y las superficies que estarán sometidas a cambio de uso de suelo en terrenos forestales, mismas que serán las que se solicite la autorización de cambio de uso de suelo ante la Dirección General de Gestión Forestal y Suelos, cabe mencionar que no se iniciará ningún tipo de actividad relacionada con el proyecto si no se cuenta con los permisos correspondientes.

### III.3.5 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE.

*Artículo 120. Para solicitar la autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, el interesado deberá solicitarlo mediante el formato que expida la Secretaría, el cual contendrá...*

*Junto con la solicitud deberá presentarse el estudio técnico justificativo, así como copia simple de la identificación oficial del solicitante y original o copia certificada del título de propiedad, debidamente inscrito en el registro público que corresponda o, en su caso, del documento que acredite la posesión o el derecho para realizar actividades que impliquen el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, así como copia simple para su cotejo.*

### Vinculación

El proyecto requiere de cambio de uso de suelo en zonas con vocación forestal que atraviesa el trazo del proyecto, en el Capítulo IV se presentan las superficies y las superficies que estarán sometidas a cambio de uso de suelo en terrenos forestales, mismas que serán las que se solicite la autorización de cambio de uso de suelo ante la Dirección General de Gestión Forestal y Suelos, cabe mencionar que no se iniciará ningún tipo de actividad relacionada con el proyecto si no se cuenta con los permisos correspondientes.

### **III.3.6 LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS Y SU REGLAMENTO.**

La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos, en el territorio nacional.

Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente sano y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación.

*Artículo 18. Los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria, de conformidad con los Programas Estatales y Municipales para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos, así como con los ordenamientos legales aplicables.*

### Vinculación

Se llevarán a cabo procedimientos integrales para el manejo y disposición adecuada de los residuos sólidos urbanos. Los residuos generados durante la etapa de preparación del sitio y construcción serán separados en orgánicos e inorgánicos, destinando en contenedores para el mismo fin, realizando la disposición final según sea el tipo de residuo. La recolección de estos residuos se llevará a cabo una empresa autorizada para este fin y así garantizar la adecuada disposición final de estos. La descripción específica de las acciones referentes a residuos se presentan de manera desglosada en los capítulos II y VI del presente documento.

*Artículo 22. Las personas que generen o manejen residuos y que requieran determinar si éstos son peligrosos, conforme a lo previsto en este ordenamiento, deberán remitirse a lo que establezcan las normas oficiales mexicanas que los clasifican como tales.*

### Vinculación

Se llevarán a cabo procedimientos integrales para el manejo y disposición adecuada de los Residuos Peligrosos. Dentro del proyecto se considera la generación de residuos peligrosos provenientes del mantenimiento de los vehículos automotores, así como restos del proceso de pavimentación, el manejo de estos se hará de acuerdo con lo establecido, en esta Ley y en las NOM aplicables. La recolección se llevará a cabo por una empresa autorizada por SEMARNAT y se guardará evidencia documental del manejo dado a este tipo de residuos.

*Artículo 31. Estarán sujetos a un plan de manejo los siguientes residuos peligrosos y los productos usados, caducos, retirados del comercio o que se desechen y que estén clasificados como tales en la norma oficial mexicana correspondiente:*

- I. Aceites lubricantes usados;*
- II. Disolventes orgánicos usados*
- III. Convertidores catalíticos de vehículos automotores;*
- IV. Acumuladores de vehículos automotores conteniendo plomo;*

### Vinculación

Se llevarán a cabo procedimientos integrales para el manejo, dichos procedimientos estarán apegados a un Plan de manejo para los Residuos Peligrosos mencionados en este artículo y que se contemplan serán generados durante el desarrollo del proyecto (dichas medidas se desarrollan en el Capítulo VI, del presente documento).

*Artículo 40. Los residuos peligrosos deberán ser manejados conforme a lo dispuesto en la presente Ley, su Reglamento, las normas oficiales mexicanas y las demás disposiciones que de este ordenamiento se deriven.*

*Artículo 41. Los generadores de residuos peligrosos y los gestores de este tipo de residuos, deberán manejarlos de manera segura y ambientalmente adecuada conforme a los términos señalados en esta Ley.*

*Artículo 45. Los generadores de residuos peligrosos deberán identificar, clasificar y manejar sus residuos de conformidad con las disposiciones contenidas en esta Ley y en su Reglamento, así como en las normas oficiales mexicanas que al respecto expida la Secretaría.*

### Vinculación

El manejo de los residuos peligrosos se hará en apego a lo dispuesto por la LGPGIR y demás disposiciones aplicables, lo anterior mediante la aplicación de procedimientos integrales para su manejo basados en el cumplimiento de lo establecido en los artículos 40, 41 y 45.

### III.3.7 LEY DE AGUAS NACIONALES

Esta ley es de observancia general en todo el territorio nacional, sus disposiciones son de orden público e interés social, tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable. Sus disposiciones aplican a todas las aguas nacionales ya sean superficiales o del subsuelo. Por lo que se vincula con el proyecto de la siguiente manera:

*Artículo 7. Se declara de utilidad pública:*

*I.- La adquisición o aprovechamiento de los bienes inmuebles que se requieran para la construcción, operación, mantenimiento, conservación, rehabilitación, mejoramiento o desarrollo de las obras públicas hidráulicas y de los servicios respectivos, y la adquisición y aprovechamiento de las demás instalaciones, inmuebles y vías de comunicación que las mismas requieran.*

*Artículo 85. Es de interés público la promoción y ejecución de las medidas y acciones necesarias para proteger la calidad del agua, en los términos de ley.*

#### Vinculación

No se pretende realizar aprovechamiento de recursos hídricos de la zona, así como el proyecto no cruza por corrientes perennes, sin embargo, intercepta escorrentías de carácter intermitente por lo que plantea diversas acciones para su conservación y protección, tales como:

- El manejo de los materiales de excavación, residuos sólidos y líquidos se hará con base en los lineamientos trazados en los proyectos
- En ninguna circunstancia se debe permitir la disposición de residuos sólidos en las corrientes hídricas
- El material de las excavaciones para la construcción de obras de drenaje en cercanías de cauces naturales debe acopiarse lo más lejos posible
- Instalación de obras de drenaje que permitan la dinámica hidrológica natural.

En caso, que se requiera la extracción del recurso hídrico, se realizará la solicitud correspondiente, Para dar cumplimiento a lo establecido en el artículo 118; se deberán realizar los trámites correspondientes ante la delegación de la CNA correspondiente.

### III.3.8 LEY DE CAMINOS, PUENTES Y AUTOTRANSPORTE FEDERAL.

*Artículo 1. La presente Ley tiene por objeto regular la construcción, operación, explotación, conservación y mantenimiento de los caminos y puentes a que se refieren las fracciones I y V del artículo siguiente, los cuales constituyen vías generales de comunicación, así como los servicios de autotransporte federal que en ellos operan y sus servicios auxiliares y el tránsito en dichas vías.*

*Artículo 3. Son parte de las vías generales de comunicación los terrenos necesarios para el derecho de vía, las obras construcciones y demás bienes y accesorios que integran las mismas.*

### Vinculación.

El presente proyecto corresponde a una modernización de una vía general de comunicación y se relaciona de manera directa con la presente Ley, por lo que estará regulado por esta durante todas sus etapas.

*Artículo 5. Es de jurisdicción federal todo lo relacionado con los caminos, puentes y los servicios de autotransporte que en ellos operan y sus servicios auxiliares.*

*Corresponden a la Secretaría, sin perjuicio de las otorgadas a otras dependencias de la Administración Pública Federal las siguientes atribuciones:*

*II.- Construir y conservar directamente caminos y puentes;*

*III.- Otorgar las concesiones y permisos a que se refiere esta Ley; vigilar su cumplimiento y resolver sobre su revocación o terminación en su caso;*

*V.- Determinar las características y especificaciones técnicas de los caminos y puentes;*

### Vinculación.

En el anterior artículo se establece que es de competencia de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, construir y conservar caminos y puentes, así como determinar las características y especificaciones técnicas de los mismos. Dado que el proyecto se refiere a modernizar un camino rural existente y la promovente es la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, se da cumplimiento con este artículo.

### **III.3.9 LEY DE VÍAS GENERALES DE COMUNICACIÓN.**

Esta ley específica que las vías generales de comunicación y los modos de transporte que operan en ellas quedan sujetos exclusivamente a los Poderes Federales. Ejerciendo las facultades a través de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

*Artículo 10. El Gobierno Federal tendrá facultad para construir o establecer vías generales de comunicación por sí mismo o en cooperación con las autoridades locales. La construcción o establecimiento de estas vías podrá encomendarse a particulares, en los términos del artículo 134 de la Constitución Federal.*

*Artículo 41. No podrán ejecutarse trabajos de construcción en las vías generales de comunicación, en sus servicios auxiliares y demás dependencias y accesorios, sin la aprobación previa de la Secretaría de Comunicaciones a los planos, memoria descriptiva y demás documentos relacionados con las obras que tratan de realizarse. Las modificaciones que posteriormente se hagan se someterán igualmente a la aprobación previa de la Secretaría de Comunicaciones.*

### Vinculación.

El presente proyecto promueve la modernización de un camino rural existente, que permitirá tener una vía más segura y eficiente para los usuarios a nivel regional. El presente proyecto será ejecutado por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) la cual es competente y se encuentra facultada para construir o establecer vías generales de comunicación.

### III.3.10 NORMAS OFICIALES MEXICANAS.

El sistema jurídico mexicano está conformado por la Constitución Política, Leyes de corte Federal y Estatal y sus reglamentos, diversos códigos de los que se desprenden permisos, licencias y autorizaciones, además de Normas Oficiales Mexicanas que establecen parámetros, límites máximos permisibles y procedimientos, así como por normas mexicanas mediante las cuales determinan métodos.

#### Normas Oficiales Mexicanas

El sistema jurídico mexicano está conformado por la Constitución Política, Leyes de corte Federal y Estatal y sus reglamentos, diversos códigos de los que se desprenden permisos, licencias y autorizaciones, además de Normas Oficiales Mexicanas que establecen parámetros, límites máximos permisibles y procedimientos, así como por normas mexicanas mediante las cuales determinan métodos.

Tabla III. 3 Vinculación con las Normas Oficiales Mexicanas

NORMA OFICIAL MEXICANA	APLICACIÓN	QUIEN DEBE CUMPLIRLA	CUMPLIMIENTO
NOM-001-SEMARNAT-1996. Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.	Las descargas municipales dependiendo de la mayor carga contaminante, expresada como demanda bioquímica de oxígeno (DBO5) o sólidos suspendidos totales (SST), según las cargas contaminantes, manifestadas en el permiso de descarga a la empresa especializada de sanitarios portátiles, presentada a la Comisión Nacional del Agua.	Contratista responsable de la realización de la obra en conjunto con la empresa que otorgue el servicio de arrendamiento de sanitarios portátiles.	No se verterá ningún tipo de agua de desechos derivada de la operación del proyecto. Se instalarán sanitarios móviles, los cuales habrá uno 1 por cada 12 trabajadores. Se contratará a una empresa especializada para su manejo, tratamiento y disposición adecuada.
NOM-002-SEMARNAT-1996. Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.	No se deben descargar o depositar en los sistemas de alcantarillado urbano o municipal, materiales o residuos considerados peligrosos, tales como grasas, aceites, plomo, cobre, mercurio, etc.	La Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) en los talleres y patios de trabajo a su responsabilidad. La maquinaria y vehículos de empresas contratistas que realicen un mantenimiento preventivo y correctivo de los motores dentro de la zona de estudio.	La SCT y la empresa constructora encargada del proyecto deben evitar que se depositen en los sistemas de alcantarillado urbano o municipal, materiales o residuos considerados peligrosos, tales como grasas, aceites, plomo, cobre, mercurio entre otros contaminantes. Por lo que se ejecutaran procedimientos integrales para el manejo de los residuos generados durante las etapas del proyecto.
NOM-005-SEMARNAT-1997. Establece los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de corteza, tallos y plantas completas de vegetación forestal.	El aprovechamiento, transporte y almacenamiento de recursos forestales no maderables, se sujetará a las normas oficiales mexicanas que tienen la finalidad de conservar, proteger y restaurar los recursos forestales no maderables y la biodiversidad de los ecosistemas, prevenir la erosión de los suelos y lograr un manejo sostenible de esos recursos naturales.	La empresa Constructora realizara la supervisión del derribo, aprovechamiento y destino del arbolado que se corten durante el desmonte en el trazo del proyecto	La empresa Constructora debe contar con los permisos autorizados para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de recursos forestales no maderables, siempre y cuando sean transportados por la carretera. Si el aprovechamiento es realizado por los poseedores, no es necesario el permiso respectivo.
NOM-012-SEMARNAT-1996. Que establece los procedimientos, criterios y	Para realizar el aprovechamiento de los recursos naturales forestales	Durante el desmonte de la vegetación por parte del	El contratista debe administrar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de leña para uso

NORMA OFICIAL MEXICANA	APLICACIÓN	QUIEN DEBE CUMPLIRLA	CUMPLIMIENTO
especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de leña para uso doméstico.	maderables, incluyendo la leña con fines comerciales, requiere de la autorización por parte de la SEMARNAT con base en la formulación de Programas de Manejo Forestal, de acuerdo con la presente ley.	Contratista y poseedores de los predios afectados.	doméstico que puede ser realizado por los poseedores de los predios afectados por el proyecto. El aprovechamiento de leña para uso doméstico será responsabilidad del dueño o poseedor del predio de acuerdo con la Norma.
NOM-041-SEMARNAT-1999. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustibles.	Es de observancia obligatoria para los responsables de los vehículos automotores que circulan en el país, que usan gasolina como combustible, verificar los límites de emisión de contaminantes tales como: emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, oxígeno, máximo y mínimo de dilución, y óxidos de nitrógeno.	La empresa Constructora y la SCT, quienes realizarán la supervisión de la maquinaria y automotores que se utilizarán en el proyecto.	Se requerirá que los vehículos que sean utilizados en el proyecto den cumplimiento a esta Norma, para lo cual, se les solicitará la presentación de las verificaciones vehiculares.
NOM-044-SEMARNAT-2006. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales, hidrocarburos no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diésel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos, así como para unidades nuevas con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos equipadas con este tipo de motores.	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales, hidrocarburos no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diésel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos, así como para unidades nuevas con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos equipadas con este tipo de motores.	La empresa Constructora y la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, quienes realizarán la supervisión de la maquinaria y automotores que se utilizarán en el proyecto.	Se deberá cumplir con esta norma durante las etapas de preparación del sitio y construcción, aplicando para los vehículos pesados que estén involucrados en la ejecución de las obras.
NOM-045-SEMARNAT-1996. Establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel o mezclas que incluyan diésel como combustible	Los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores que usan diésel o mezclas como combustible. Es de observancia obligatoria para los responsables de los centros de verificación vehicular, así como para los responsables de los citados vehículos.	La empresa Constructora y la Secretaría de Comunicaciones y Transporte deberán realizar la verificación de la maquinaria y automotores que se utilizarán en el proyecto.	Los vehículos que sean utilizados en el proyecto deben dar cumplimiento a esta Norma, por lo cual, se les pedirá la presentación de las verificaciones vehiculares, sin rebasar los niveles máximos permisibles que establezcan las normas oficiales mexicanas correspondientes.
NOM-080-SEMARNAT-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y	La exposición a emisión de ruido proveniente de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación altera el bienestar del ser	La empresa Constructora responsable de la utilización de equipo y maquinaria pesada	Se deberá monitorear la maquinaria, equipo y vehículos utilizados en la construcción sobre todo cuando se trabaje cerca de las poblaciones para que no se exceda los límites



NORMA OFICIAL MEXICANA	APLICACIÓN	QUIEN DEBE CUMPLIRLA	CUMPLIMIENTO
tríciclos motorizados en circulación y su método de medición.	humano produciendo daño en la audición		máximos permisibles que establece la norma respectiva.
NOM-081-SEMARNAT-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método	A las actividades en vía pública que alteran el bienestar del ser humano emitiendo ruido el cual provoca daños, dependiendo de la magnitud y tiempo	La empresa Constructora responsable de la elaboración de asfalto y equipo de trituración. Propietario de los bancos de extracción de materiales.	Se deberá monitorear la maquinaria, equipo y vehículos utilizados en las plantas de asfalto, concreto, trituradoras y en los bancos de materiales, sobre todo si se encuentran cerca de poblaciones, cuyas emisiones de ruido no deben exceder la presente norma.
NOM-085-SEMARNAT-1994. Contaminación atmosférica. Para fuentes fijas que utilizan combustibles fósiles sólidos, líquidos o gaseosos o cualquiera de sus combinaciones.	Es de carácter obligatorio conocer las emisiones de bióxido de azufre, para el uso de los equipos de calentamiento directo por combustión.	La empresa Constructora responsable de la elaboración de asfalto y equipo de trituración.	En las plantas de asfalto o concreto se deberán monitorear periódicamente sus emisiones, siempre y cuando utilicen combustibles sólidos, líquidos o gaseosos.
NOM-086-SEMARNAT-1994. Especificaciones sobre protección ambiental que deben reunir los combustibles fósiles líquidos y gaseosos que se usan en fuentes fijas y móviles.	Vehículos automotores que usan combustóleo, gasóleo industrial, diésel sin, desulfurado e industrial, gas natural, gas licuado de petróleo, gasolinas con y sin plomo.	La empresa Constructora responsable de la elaboración de asfalto y equipo de trituración.	Se deberá inspeccionar con el proveedor el volumen, distribución y contenido de compuestos aromáticos, naftaleno, azufre, entre otros. En su defecto adquirir los combustibles en sitios autorizados (Estaciones de servicio).
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.	En el desmote de la vegetación y despalme y tras actividades de las etapas de preparación del sitio y construcción, debe de considerarse la protección a especies de flora y fauna, catalogadas dentro de alguna de las categorías de riesgo en el territorio nacional	La empresa Constructora, quien debe aplicar el programa de manejo adecuado de la flora y fauna	El contratista durante el desmote y despalme requerido para alcanzar el ancho de proyecto deberá rescatar los ejemplares susceptibles de trasplantarse, o incluidos en la NOM y reubicar y proteger los individuos de fauna, nidos y madrigueras. Invariablemente deberán ejecutarse un Programa de protección y rescate y reubicación de flora y fauna silvestre y un Plan de Monitoreo Ambiental, que permitan prevenir y/o minimizar cualquier afectación a la vida silvestre.
NOM-061-SEMARNAT-1996. Que establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos ocasionados en la flora y fauna silvestres por el aprovechamiento forestal	En los programas de manejo forestal en áreas que presenten especies de flora silvestre en peligro de extinción se considerarán Realizar actividades de limpieza y saneamiento y de prevención de incendios en las franjas de conservación de la composición de especies de las comunidades vegetales, así como de su estructura vertical y horizontal, se considerará el mantenimiento de la diversidad estructural con la conservación de árboles vivos de diferente edad, así como árboles muertos derribados y en pie,	La empresa Constructora, quien debe aplicar el programa de manejo adecuado de la flora y fauna	La norma será aplicable previo a las obras y actividades contempladas en el proyecto; así mismo, será aplicable previo a la etapa de abandono del sitio mediante la aplicación de un programa de reforestación y desmantelamiento de obras provisionales

NORMA OFICIAL MEXICANA	APLICACIÓN	QUIEN DEBE CUMPLIRLA	CUMPLIMIENTO
	<p>para contribuir al mantenimiento de los requerimientos de hábitat de especies de flora y fauna asociadas.</p> <p>En el derribo, troceo y extracción se evitará dañar la vegetación circundante, la regeneración forestal y la fauna silvestre</p>		
<p>NOM-062-SEMARNAT-1996. Que establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos sobre la biodiversidad que se ocasionan por el cambio y uso de suelo de terrenos forestales agropecuarios</p>	<p>Mantener franjas perimetrales de vegetación natural que sirvan como cortinas rompe vientos para mitigar el efecto de los procesos erosivos.</p> <p>Determinar para cada predio, con base en el tipo de cobertura que proporcione la vegetación presente, en el ancho de las franjas perimetrales y transversales para la división de parcelas.</p>	<p>La empresa Constructora, quien debe aplicar el programa de manejo adecuado de la flora y fauna</p>	<p>La norma será aplicable durante la aplicación del programa de reubicación y rescate de flora y fauna durante el tiempo que duren las obras contempladas en el proyecto y en la aplicación del programa de reforestación y desmantelamiento de obras provisionales.</p>
<p>NOM-052-SEMARNAT-2001. Establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.</p>	<p>Los residuos producto de las actividades de preparación del sitio y construcción como son los que se generaran por las actividades de mantenimiento de maquinaria y equipo (latas vacías, con algún contenido de pinturas, solventes, aceites usados o lubricantes y estopa impregnada de grasas) se manejaran como residuos peligrosos conforme la norma.</p>	<p>La empresa Constructora debe contar con un almacenamiento temporal de residuos peligrosos y establecer un contrato de servicios con una empresa especializada en el manejo y tratamiento y disposición final de los residuos peligrosos.</p>	<p>Contar con un programa integral de manejo de Residuos Peligrosos, realizando la separación, almacenamiento temporal y confinamiento especial, los cuales deben ser manejados por una empresa especializada y autorizada en el manejo de residuos peligrosos, bajo un contrato de servicio.</p> <p>La SCT deberá de exhibir información que compruebe la realización de la separación de residuos y el manejo y disposición final realizada, así como la copia del contrato celebrado, cuando la autoridad ambiental así lo solicite.</p>
<p>NOM-138-SEMARNAT/SS-2003. Que establece los límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación.</p>	<p>Se aplicará en aquellas áreas en donde se pudieran haber tenido derrames accidentales de combustibles y/o lubricantes.</p>	<p>La empresa deberá contar con un programa de mantenimiento de equipos, maquinaria y vehiculos</p>	<p>La maquinaria pesada que se va a utilizar durante la obra, podría presentar pequeños derrames de combustible, en especial cuando se encuentran estacionada, así que será probable que se produzca contaminación del suelo, por medio de manchas de combustible (diésel), este efecto es totalmente mitigable, así que la empresa constructora deberá de considerar la impermeabilización de los sitios de estacionamientos y responsabilizarse de los derrames de hidrocarburos y residuos peligrosos generados durante la obra.</p>

Fuente: Elaboración propia con datos del DOF.

**IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO** **5**

<b>IV.1 DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.</b>	<b>5</b>
IV.1.1 DELIMITACIÓN PRELIMINAR.	5
IV.1.2 DELIMITACIÓN DEFINITIVA.	5
<b>IV.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR).</b>	<b>16</b>
IV.2.1. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS RETROSPECTIVO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL SAR.	16
IV.2.2.1 MEDIO ABIÓTICO.	16
IV.2.2.1.1. CLIMA Y FENÓMENOS METEOROLÓGICOS	16
IV.2.2.1.2. GEOMORFOLOGÍA	27
IV.2.2.1.3 GEOLOGIA	34
IV.2.2.1.4. SUELOS	41
IV.2.2.1.4. AGUA	49
IV.2.2.1.5. AIRE	65
IV.2.2.2 MEDIO BIÓTICO	68
IV.2.2.2.1 VEGETACIÓN	68
IV.2.2.2.2. FAUNA	117
IV.2.2.2.3. COMPOSICIÓN DE POBLACIONES Y COMUNIDADES	131
IV.2.2.2.4. BIODIVERSIDAD	132
IV.2.2.2.5. ECOSISTEMAS	132
IV.2.2.2.6. ECOSISTEMAS AMBIENTALMENTE SENSIBLES	133
IV.2.2.3.1 PAISAJE	134
IV.2.2.3.2 SOCIOECONOMICO	142
<b>IV.3 Diagnostico Ambiental</b>	<b>148</b>
IV.3.1. MEDIO ABIÓTICO	148
IV.3.1.1. AIRE	148
IV.3.1.2. SUELO.	150
IV.3.1.3. HIDROLOGÍA	152
IV.3.1.4. GEOMORFOLOGÍA.	154
IV.3.2. MEDIO BIÓTICO	156
3.2.1. VEGETACIÓN.	156
IV.3.2.2. FAUNA.	158
IV.3.2.3. PRESENCIA ANTRÓPICA.	160

**INDICE DE TABLAS**

Tabla IV. 1. Características del Municipio por el que cruza el proyecto	5
Tabla IV. 2. Coordenadas del Sistema Ambiental Regional	11
<b>Tabla IV. 3.</b> Tipos de Climas presentes en el municipio de Iliatenco, Guerrero.	17
<b>Tabla IV. 4.</b> Tipos de Climas presentes en el municipio de Malinaltepec, Guerrero.	17
<b>Tabla IV. 5.</b> Tipos de Climas presentes en el SAR.	18
Tabla IV. 6. Normales Climatológicas de la estación Escalerilla La Laguna.	22
<b>Tabla IV. 7.</b> Topoformas del Sistema Ambiental Regional.	31
<b>Tabla IV. 8.</b> Geología del Municipio de Iliatenco.	34
<b>Tabla IV. 9.</b> Geología del Municipio de Malinaltepec.	34
<b>Tabla IV. 10.</b> Geología del Municipio de SAR.	34
<b>Tabla IV. 11.</b> Fallas y/o fracturas del área de estudio	38
<b>Tabla IV. 12.</b> Regionalización sísmica según su aceleración de roca.	39
<b>Tabla IV. 13.</b> Edafología presente en el Municipio de Iliatenco.	41
<b>Tabla IV. 14.</b> Edafología presente en el Municipio de Malinaltepec.	41

Tabla IV. 15. Edafología presente en el Sistema Ambiental Regional.....	42
Tabla IV. 16. Clave Racionalizada para los Grupos de Suelos de Referencia de la WRB.....	44
Tabla IV. 17. Cuencas Hidrológicas del SAR.....	50
Tabla IV. 18. Obras de drenaje del proyecto.....	50
Tabla IV. 19. Cauces intermitentes con que cruza el trazo del proyecto.....	53
Tabla IV. 20. Índices morfométricos del cauce intermitente.....	58
Tabla IV. 21. Índices morfométricos del cauce intermitente.....	61
Tabla IV. 22. Acuífero Papagayo.....	63
Tabla IV. 23. Acuífero Marquelia.....	64
Tabla IV. 24. Acuífero Cuajinicuilpa.....	65
Tabla IV. 25. Normas de Calidad del Aire Vigentes.....	67
Tabla IV. 26. Índice Metropolitano de la Calidad del Aire (IMECA).....	67
Tabla IV. 27. Coordenadas de los sitios de muestreo.....	68
Tabla IV. 28. Usos de suelo y vegetación ocupados en el SAR.....	72
Tabla IV. 29. Resumen de vegetación de probable de afectación debido al trazo del proyecto.....	75
Tabla IV. 30. Cambio Uso de Suelo.....	76
Tabla IV. 31. Acumulado de los sitios de muestreo Conglomerado 1.....	77
Tabla IV. 32. Acumulado de los sitios de muestreo Conglomerado 2.....	78
Tabla IV. 33. Acumulado de los sitios de muestreo Conglomerado 3.....	79
Tabla IV. 34. Acumulado de los sitios de muestreo Conglomerado 4.....	80
Tabla IV. 35. Acumulado de los sitios de muestreo Conglomerado 5.....	81
Tabla IV. 36. Estimación del Valor de Importancia del Sistema Ambiental Regional.....	85
Tabla IV. 37. Relación de índices del Sistema Ambiental Regional.....	87
Tabla IV. 38. Estructura vertical del Sistema Ambiental Regional.....	88
Tabla IV. 39. Estimación del Valor de Importancia del Bosque de Pino-Encino.....	92
Tabla IV. 40. Relación de índices del Bosque de Pino-Encino.....	93
Tabla IV. 41. Estructura vertical del Bosque de Pino-Encino.....	93
Tabla IV. 42. Estimación del Valor de Importancia de la Vegetación Secundaria arbusciva de Bosque de Pino-Encino.....	97
Tabla IV. 43. Relación de la Vegetación Secundaria arbusciva de Bosque de Pino-Encino.....	98
Tabla IV. 44. Estructura vertical de la Vegetación Secundaria arbusciva de Bosque de Pino-Encino.....	99
Tabla IV. 45. Acumulado de especies de flora que serán sujetos a remoción en la Rectificación 0+000 al 1+000. FB = Forma biológica, A =Árbol, Ar = Arbusto, H = Herbácea.....	105
Tabla IV. 46. Total, de especies de flora que serán sujetos a remoción del km 0+000 al 1+000.....	105
Tabla IV. 47. Acumulado de especies de flora que serán sujetos a remoción en la Rectificación 1+000 al 2+000. FB = Forma biológica, A =Árbol, Ar = Arbusto, H = Herbácea.....	107
Tabla IV. 48. Total, de especies de flora que serán sujetos a remoción del km 1+000 al 2+000.....	107
Tabla IV. 49. Acumulado de especies de flora que serán sujetos a remoción en la Rectificación 2+000 al 3+000. FB = Forma biológica, A =Árbol, Ar = Arbusto, H = Herbácea.....	109
Tabla IV. 50. Total, de especies de flora que serán sujetos a remoción del km 2+000 al 3+000.....	109
Tabla IV. 51. Acumulado de especies de flora que serán sujetos a remoción en la Rectificación 3+000 al 4+000. FB = Forma biológica, A =Árbol, Ar = Arbusto, H = Herbácea.....	111
Tabla IV. 52. Total, de especies de flora que serán sujetos a remoción del km 3+000 al 4+000.....	111
Tabla IV. 53. Acumulado de especies de flora que serán sujetos a remoción en la Rectificación 4+000 al 5+000. FB = Forma biológica, A =Árbol, Ar = Arbusto, H = Herbácea.....	113
Tabla IV. 54. Total, de especies de flora que serán sujetos a remoción del km 4+000 al 5+000.....	113
Tabla IV. 55. Número final de especies de flora que serán sujetos a remoción debido al proyecto.....	115
Tabla IV. 56. Clasificación del estatus de la NOM-059-SEMARNAT-2010.....	115
Tabla IV. 57. Listado general de especies encontrado dentro del SAR.....	116
Tabla IV. 58. Grupos faunísticos.....	117
Tabla IV. 59. Fauna registrada y estimada en México.....	117
Tabla IV. 60. Especies observadas en el trazo y SAR del proyecto.....	123

<b>Tabla IV. 61.</b> Abundancia e Índices de especies de las aves observadas en el proyecto y en el SAR.....	129
Tabla IV. 62. Ponderación para la Evaluación de la Calidad Escénica. ....	135
<b>Tabla IV. 63.</b> Diagnóstico ambiental del Sistema Ambiental Regional. ....	162

## INDICE DE IMÁGENES

Imagen IV. 1. Modelo de Elevaciones .....	7
Imagen IV. 2. Modelo tridimensional del área de estudio .....	8
Imagen IV. 3. Hidrología del área de estudio.....	9
Imagen IV. 4. Vías de Comunicación.....	10
Imagen IV. 5. Vista Satelital del SAR.....	13
Imagen IV. 6. Vías de acceso del proyecto .....	14
Imagen IV. 7. Topografía del SAR .....	15
<b>Imagen IV. 8.</b> Tipos de clima en el área de estudio .....	19
Imagen IV. 9. Climograma de la estación meteorológica Escalerilla La Laguna. ....	21
<b>Imagen IV. 10.</b> Vientos Dominantes.....	25
<b>Imagen IV. 11.</b> Estación Meteorológica cercana al proyecto. ....	26
<b>Imagen IV. 12.</b> Provincias fisiográficas en el área del proyecto y del SAR.....	28
<b>Imagen IV. 13.</b> Subprovincias fisiográficas en el área del proyecto y del SAR .....	29
<b>Imagen IV. 14.</b> Topoformas en el área del proyecto y del SAR .....	30
<b>Imagen IV. 15.</b> Fotografías de la geomorfología presente en el trazo del proyecto y en el SAR. ....	32
<b>Imagen IV. 16.</b> Fotografías de los cortes presentes en el trazo del proyecto y en el SAR.....	33
<b>Imagen IV. 17.</b> Fotografías de los Esquistos en cortes presentes en el área de estudio.....	35
<b>Imagen IV. 18.</b> Tipos de roca en el área del SAR y del proyecto.....	37
<b>Imagen IV. 19.</b> Región sísmica a la que pertenece el área del proyecto .....	40
<b>Imagen IV. 20.</b> Fotografías de los suelos presentes en el proyecto.....	47
<b>Imagen IV. 21.</b> Tipos de suelos en el área del SAR y del proyecto .....	48
<b>Imagen IV. 22.</b> Fotografías aéreas de las obras de drenaje contempladas para el trazo del proyecto.....	52
Imagen IV. 23. Cuencas hidrológicas del proyecto.....	54
Imagen IV. 24. Subcuencas hidrológicas del proyecto. ....	55
Imagen IV. 25. Simulador de flujos de agua de cuencas hidrográficas. ....	56
<b>Imagen IV. 26.</b> Microcuenca para el cauce intermitente. ....	57
<b>Imagen IV. 27.</b> Modelación de lluvia para la microcuenca del cauce intermitente. ....	58
<b>Imagen IV. 28.</b> Perfil de Elevaciones del Cauce para la microcuenca del cauce intermitente. ....	59
<b>Imagen IV. 29.</b> Cruce del trazo con microcuenca del cauce intermitente.....	59
<b>Imagen IV. 30.</b> Microcuenca para el cauce intermitente. ....	60
<b>Imagen IV. 31.</b> Modelación de lluvia para la microcuenca del cauce intermitente. ....	61
<b>Imagen IV. 32.</b> Perfil de Elevaciones del Cauce para la microcuenca del cauce intermitente. ....	62
<b>Imagen IV. 33.</b> Cruce del trazo con microcuenca del cauce intermitente, obra de drenaje 10.....	62
<b>Imagen IV. 34.</b> Cruce del trazo con microcuenca del cauce intermitente, obras de drenaje 20 y 24.....	63
<b>Imagen IV. 35.</b> Forma y tamaño de los sitios de muestreo. ....	69
<b>Imagen IV. 36.</b> Muestreo realizado para el proyecto.....	69
<b>Imagen IV. 37.</b> Utilización del Dron en prospección de campo. ....	70
<b>Imagen IV. 38.</b> Sitios de Muestreo. ....	71
<b>Imagen IV. 39.</b> Uso de Suelo y Vegetación presente el Sistema Ambiental Regional .....	73
<b>Imagen IV. 40.</b> Fotografías de Vegetación de Boque de Pino-Encino. ....	74
<b>Imagen IV. 41.</b> Fotografías de Vegetación Secundaria Arbustiva de Boque de Pino-Encino. ....	75
<b>Imagen IV. 42.</b> Gráfica de la Estructura Vertical del Sistema Ambiental Regional.....	90
<b>Imagen IV. 43.</b> Índice de Valor de Importancia del Sistema Ambiental Regional.....	90
<b>Imagen IV. 44.</b> Gráfica de la Estructura Vertical del Bosque de Pino-Encino. ....	95
<b>Imagen IV. 45.</b> Gráfica del Índice de Valor del Bosque de Pino-Encino.....	95

<b>Imagen IV. 46.</b> Gráfica de la Estructura Vertical de la Vegetación Secundaria arbsutiva de Bosque de Pino-Encino....	100
<b>Imagen IV. 47.</b> Gráfica del Índice de Valor de la Vegetación Secundaria arbsutiva de Bosque de Pino-Encino. ....	100
<b>Imagen IV. 48.</b> Condiciones de la vegetación del proyecto.....	101
<b>Imagen IV. 49.</b> Localización de los polígonos de afectación del proyecto del km 0+000 al 1+000.....	106
<b>Imagen IV. 50.</b> Localización de los polígonos de afectación del proyecto del km 1+000 al 2+000.....	108
<b>Imagen IV. 51.</b> Localización de los polígonos de afectación del proyecto del km 2+000 al 3+000.....	110
<b>Imagen IV. 52.</b> Localización de los polígonos de afectación del proyecto del km 3+000 al 4+000.....	112
<b>Imagen IV. 53.</b> Localización de los polígonos de afectación del proyecto del km 4+000 al 5+000.....	114
<b>Imagen IV. 54.</b> Monitoreo de Aves.....	122
<b>Imagen IV. 55.</b> Fauna cercana al proyecto.....	124
<b>Imagen IV. 56.</b> Animales de corral.....	126
<b>Imagen IV. 57.</b> Grafica de Diversidad y Abundancia de especies.....	127
<b>Imagen IV. 58.</b> Sierra con Zona agricola.....	136
<b>Imagen IV. 59.</b> Sierra con vegetación de pino.....	137
<b>Imagen IV. 60.</b> Sierra con localidad rural.....	138
<b>Imagen IV. 61.</b> Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional (componente aire).....	149
<b>Imagen IV. 62.</b> Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional (componente suelo).....	151
<b>Imagen IV. 63.</b> Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional (componente hidrología).....	153
<b>Imagen IV. 64.</b> Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional (componente geomorfología).....	155
<b>Imagen IV. 65.</b> Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional (componente vegetación).....	157
<b>Imagen IV. 66.</b> Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional (componente fauna).....	159
<b>Imagen IV. 67.</b> Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional (componente presencia antrópica).....	161
<b>Imagen IV. 68.</b> Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional.....	162
<b>Imagen IV. 69.</b> Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental del Trazo del Proyecto.....	164
<b>Imagen IV. 70.</b> Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental del Trazo del Proyecto con transparencia al 40%.....	165

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

### IV.1 DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.

Para delimitar el área de estudio del proyecto MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL CAMINO: E.C.(TLAPA-MARQUELIA) - ILIATENCO, TRAMO: DEL KM 0+000 AL KM 5+000, EN LOS MUNICIPIOS DE MALINALTEPEC E ILIATENCO, EN EL ESTADO DE GUERRERO". Se analizaron de forma integral los diferentes elementos bióticos y abióticos del sitio donde se establece el proyecto.

#### IV.1.1 DELIMITACIÓN PRELIMINAR.

El proyecto consiste en la modernización de un camino alimentador, el cual se desarrolla en el municipio de Iliatenco, en el Estado de Guerrero, el trazo busca la conectividad de varias localidades a lo largo de eje del proyecto, se trata de un proyecto que busca conectar la Carretera Tlapa-Marquelia con la Caecera Municipal de Iliatenco, aunque inicialmente se consideran los primeros 5 km en la presente Manifestación de Impacto Ambiental, se desarrolla en una Sierra alta, rodeada de bosque de pino y Encino, perteneciente a la Sierra Madre del Sur, el camino es existente y se encuentra a nivel de terracería, buscando ser modernizado en un Camino Tipo D.

#### IV.1.2 DELIMITACIÓN DEFINITIVA.

El camino: E.C.(TLAPA-MARQUELIA) - ILIATENCO, TRAMO: DEL KM 0+000 AL KM 5+000, se localiza en los Municipios de Malinaltepec e Iliatenco, de los cuales se describen las siguientes generalidades

**Tabla IV. 1.** Características del Municipio por el que cruza el proyecto

Municipio de Malinaltepec	
Localización	Se encuentra al sureste de Chilpancingo, sobre la carretera federal Chilpancingo-Tlapa, en donde al llegar a esta última localidad se halla la desviación que tiene aproximadamente 78 kilómetros para llegar a la población de Malinaltepec. Colinda al norte con Xalpatlahuac y Copanatoyac; al sur con San Luis Acallán; al este con Atlamajalcingo del Monte y Métlatonoc y al oeste con Tlacoapa. Perteneciente a la región montañosa; ubicada en los paralelos 16°57" y 17°24" de latitud norte y en los 98°36" y 98°51" de latitud oeste respecto al meridiano de Greenwich. La cabecera municipal está situada a 1,789 metros sobre el nivel del mar.
Extensión	Cuenta con una extensión territorial de 479.85 kilómetros cuadrados, representando el 0.77 por ciento respecto al total del estado.
Orografía	El relieve está compuesto en 70 por ciento de zonas accidentadas, 15 por ciento de zonas semiplanas y el 15 por ciento de zonas planas. Las alturas de su orografía varían de 1,000 a 3,000 metros sobre el nivel del mar. Destacan los cerros: Zopitepec, la Luciérnaga, Iliatenco, Santiago, Soledad, Telpezahuac de las Hierbas y Cenizas, entre otros.
Hidrografía	Cuenta con los recursos hidrológicos del río Malinaltepec y los arroyos: Grande, Hondo, San Pedro, Rincón, Capulín, Iliate, Toronja, Víbora y Oxtocamac, Bandido, entre otros.
Clima	Los climas predominantes son el semicálido-subhúmedo, cálido-húmedo y templado-subhúmedo con lluvias en verano y con una precipitación que va de 1,800 hasta 2,400 milímetros. La dirección del viento en primavera es de sur a este; en otoño de sur a suroeste; en verano de sur a norte y en invierno de sur a suroeste. Siendo los vientos de otoño los predominantes en todo el año.
Principales ecosistemas	Flora

	<p>La vegetación existente se encuentra compuesta por selva caducifolia, caracterizada por que la mayoría de los árboles tiran sus hojas en época de secas. También se tiene bosque de pino-encino.</p> <p>Fauna</p> <p>La fauna la componen especies de: Venado, gato montés, tigrillo, armadillo, conejo, puma, lobo, coyote, zorro, tejón, tlacuache, murciélago, águila, gavilán, picaflor, carpintero, alacrán, paloma, zopilote, iguana, entre otros.</p>
Recursos naturales	El municipio cuenta con 17,200 hectáreas forestales pertenecientes a la propiedad comunal. Actualmente, existen aproximadamente 12,200 hectáreas maderables en explotación; la población extrae de éstas, morillos, tejamanil y tablas, para la autoconstrucción de mesas, sillas, etcétera.
Características y uso de suelo	<p>Los tipos de suelo que predominan son los chernozem o negro, café grisáceo o café rojizo y amarillo bosque, los cuales son aptos para la agricultura; así como los podzol o podzólicos que son propicios para la ganadería.</p> <p>La superficie censada por la Secretaría de la Reforma Agraria es de 49,200 hectáreas, de las cuales, el 80.5 por ciento pertenece al régimen comunal y el 18.5 por ciento el ejidal. La superficie destinada a la agricultura es de 2,483 hectáreas que representan el 4.71 por ciento de la extensión territorial municipal el 58.7 por ciento son de temporal</p> <p>El municipio cuenta con una superficie de 15,000 hectáreas de agostadero, de las cuales el 6.7 por ciento son pastos naturales; la actividad ganadera se practica en forma extensiva.</p>
<b>Municipio de Iliatenco</b>	
Localización	El municipio de Iliatenco se localiza a 1030 metros sobre el nivel del mar. Ubicado entre los paralelos 17°03' de latitud norte y 98°41' de longitud oeste respecto al meridiano de Greenwich. Colinda al norte con el municipio de Malinaltepec; al Oeste con el municipio de Malinaltepec; al Sur con el municipio de San Luis Acatlan y al Este con el municipio de Metlatonoc.
Extensión	El municipio tiene una extensión territorial de 237 kilómetros cuadrados, que representan el 0.37 por ciento de la superficie total del estado.
Orografía	El relieve está compuesto por zonas accidentadas, de zonas semiplanas y en zonas planas. Las alturas de su orografía varían de 1,000 a 3,000 metros sobre el nivel del mar. Destacan el cerro Iliatenco, entre otros.
Hidrografía	Cuenta con los recursos hidrológicos como el arroyo Iliatenco entre otros.
Clima	<p>Los climas predominantes son el semicálido-subhúmedo, cálido-húmedo y templado-subhúmedo con lluvias en verano y con una precipitación que va de 1,800 hasta 2,400 milímetros.</p> <p>La dirección del viento en primavera es de sur a este; en otoño de sur a suroeste; en verano de sur a norte y en invierno de sur a suroeste. Siendo los vientos de otoño los predominantes en todo el año.</p>
Principales ecosistemas	<p>Flora</p> <p>La vegetación existente se encuentra compuesta por selva caducifolia, caracterizada por que la mayoría de los árboles tiran sus hojas en época de secas. También se tiene bosque de pino-encino.</p> <p>Fauna</p> <p>La fauna la componen especies de: Venado, gato montés, tigrillo, armadillo, conejo, puma, lobo, coyote, zorro, tejón, tlacuache, murciélago, águila, gavilán, picaflor, carpintero, alacrán, paloma, zopilote, iguana, entre otros.</p>
Recursos naturales	El municipio cuenta con recursos forestales pertenecientes a la propiedad comunal. Actualmente, existen áreas maderables en explotación; la población extrae de éstas, morillos, tejamanil y tablas, para la autoconstrucción de mesas, sillas, etcétera.
Características y uso de suelo	Los tipos de suelo que predominan son los chernozem o negro, café grisáceo o café rojizo y amarillo bosque, los cuales son aptos para la agricultura; así como los podzol o podzólicos que son propicios para la ganadería.

Fuente: INEGI

Como se muestra en la tabla anterior, el municipio presenta una importante homogeneidad en relación de los factores bióticos y abióticos, pese a dicha situación se menciona que la topografía y la hidrología serán los principales elementos delimitarios del Sistema Ambiental Regional (SAR), en las siguientes imágenes se muestran los ríos y las pendientes que delimitarán el SAR.



Es por ellos que el SAR se delimito considerando:

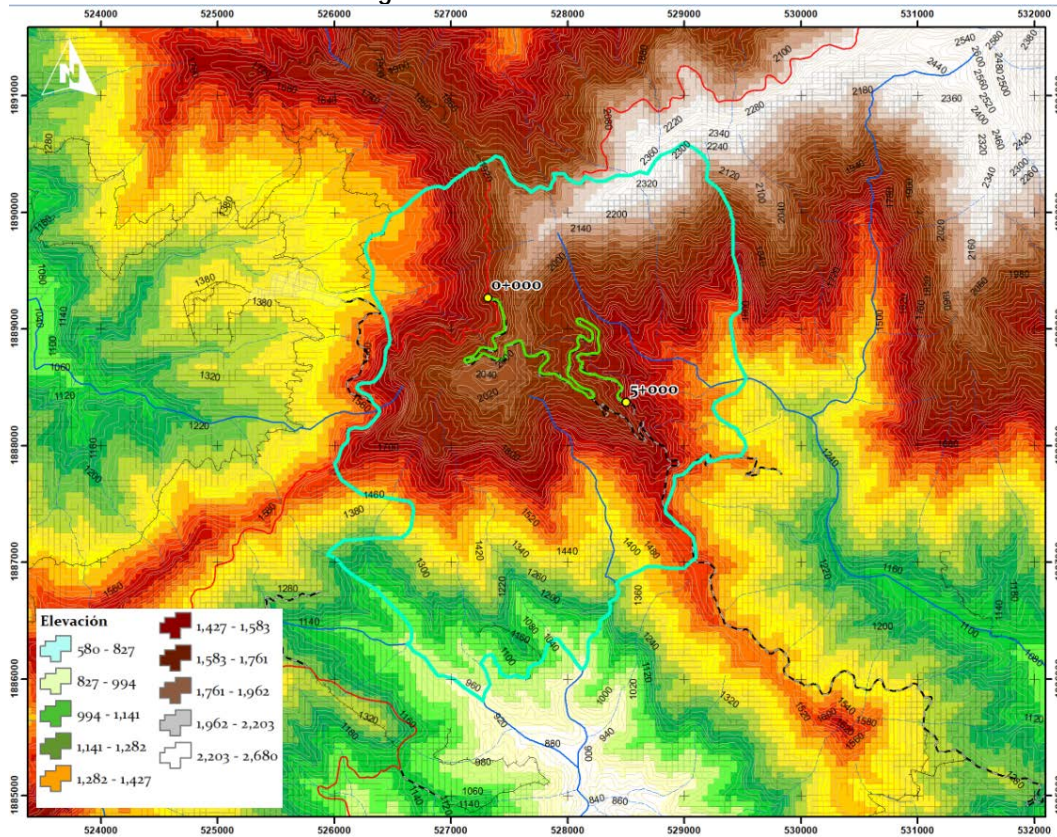
- Topografía
- Hidrología
- Vías de comunicación

La descripción de cada uno de los puntos antes señalados se desarrolla en los siguientes apartados

Topografía:

A continuación, se muestra el modelo digital de elevaciones, se puede apreciar en la imagen la gran gamma de alturas que se desarrolla en el área del proyecto, por lo que la delimitación del sistema ambiental regional, incluye las crestas, valles y terrazas fluviales presentes en el área de estudio.

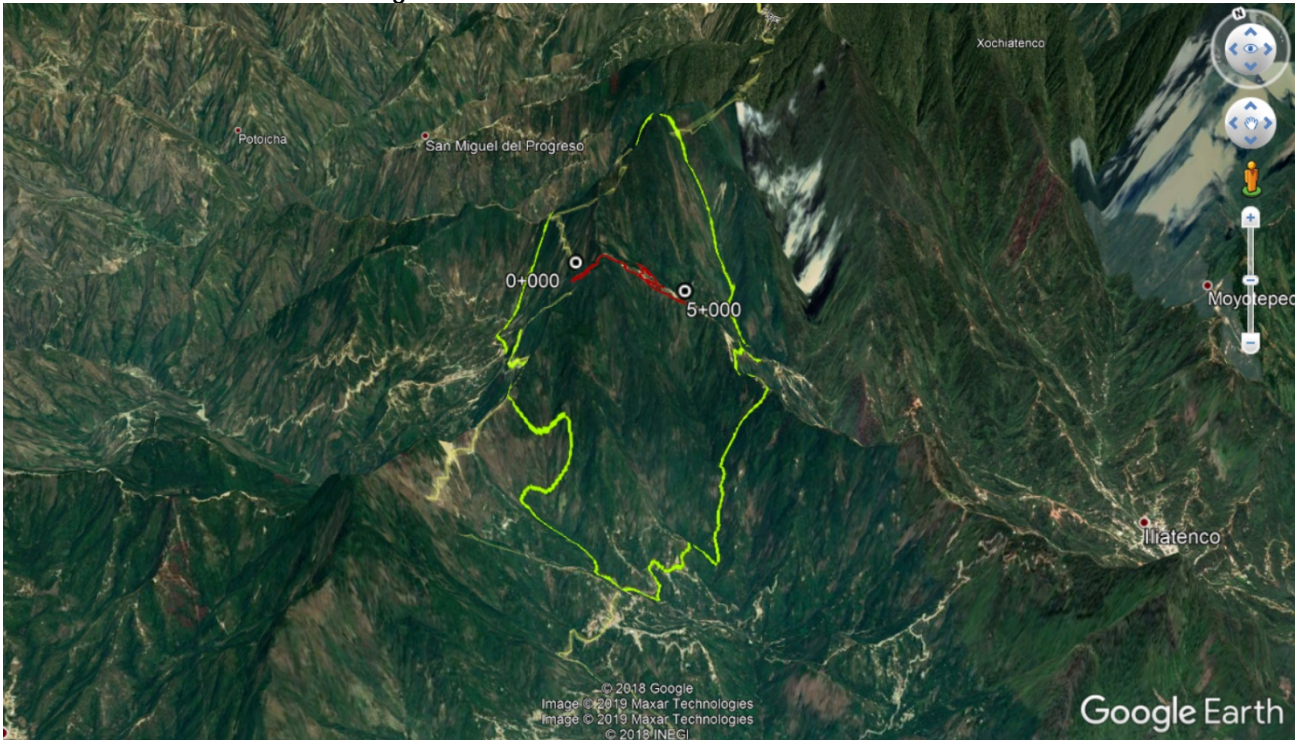
Imagen IV. 1. Modelo de Elevaciones



Fuente: SECIRA 2019

En las siguientes imágenes se muestra el modelo tridimensional del área de estudio

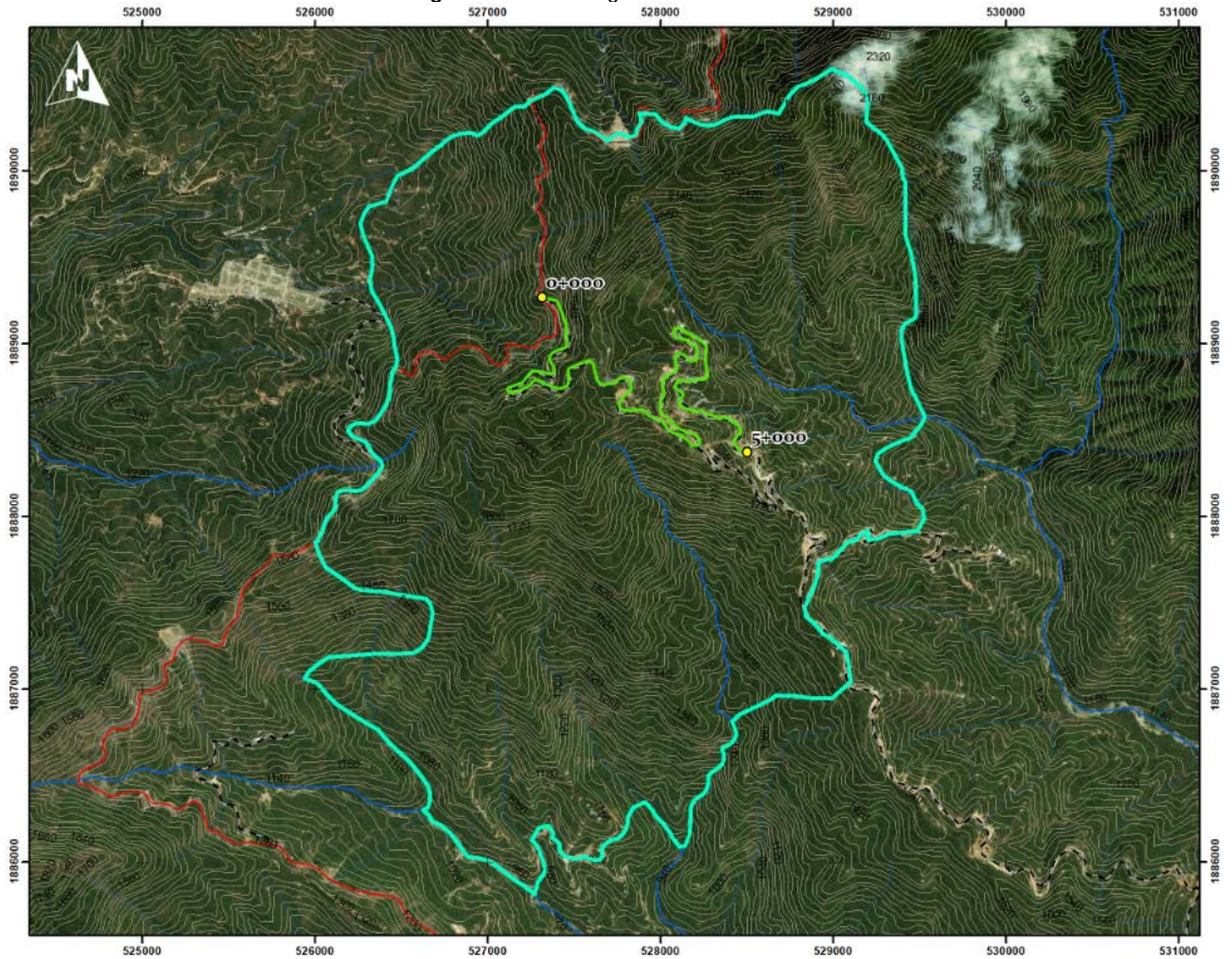
Imagen IV. 2. Modelo tridimensional del área de estudio



### Hidrología.

A lo largo del área de estudio y derivado de la pendiente del sitio, existen una gran cantidad de arroyos intermitentes y perennes, los cuales también fueron empleados para delimitar el Sistema Ambiental Regional, como lo son el Arroyo Alchipahuac, el Arroyo Rincon y los Arroyos intermitentes que se crean en la Barranca Vibora, como se muestra en la siguiente imagen.

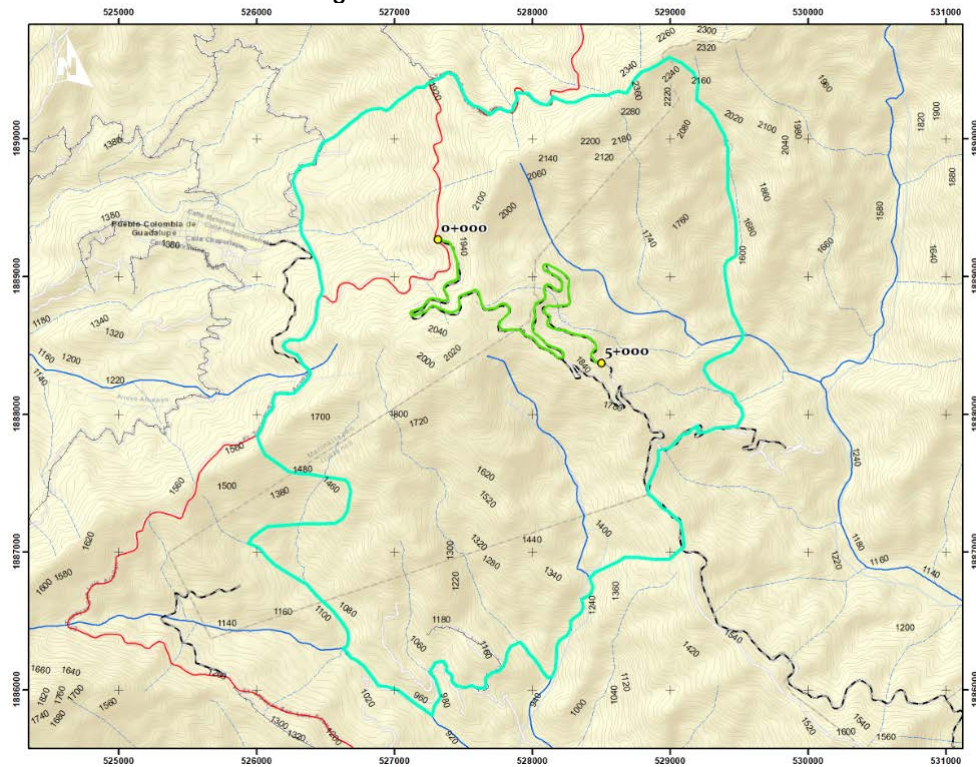
Imagen IV. 3. Hidrología del área de estudio



Fuente: SECIRA 2019

Finalmente, los caminos y carreteras de la zona de estudio, crean barreras de los elementos bióticos y abióticos, ya que por el mismo tránsito, la fauna es ahuyentada y muchas veces se asocia un camino a fragmentación de la vegetación en una primera instancia para la apertura de la misma vialidad y en segundo término, para la instalación de zonas de cultivo, en la siguiente imagen se muestran los caminos que se identifican en la zona de estudio y son empleados para la delimitación del SAR.

Imagen IV. 4. Vías de Comunicación



Fuente: SECIRA 2019

Como se ha mostrado anteriormente el Sistema Ambiental Regional del proyecto: MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL CAMINO: E.C.(TLAPA-MARQUELIA) - ILIATENCO, TRAMO: DEL KM 0+000 AL KM 5+000, EN LOS MUNICIPIOS DE MALINALTEPEC E ILIATENCO, EN EL ESTADO DE GUERRERO. Se trata de un espacio geográfico determinado en rasgos bióticos y abióticos de la zona de estudio, el SAR tiene una superficie de 1,151.04 Ha. En la siguiente tabla se muestran las coordenadas del SAR, calculadas con el datum WGS84 para la zona 14N

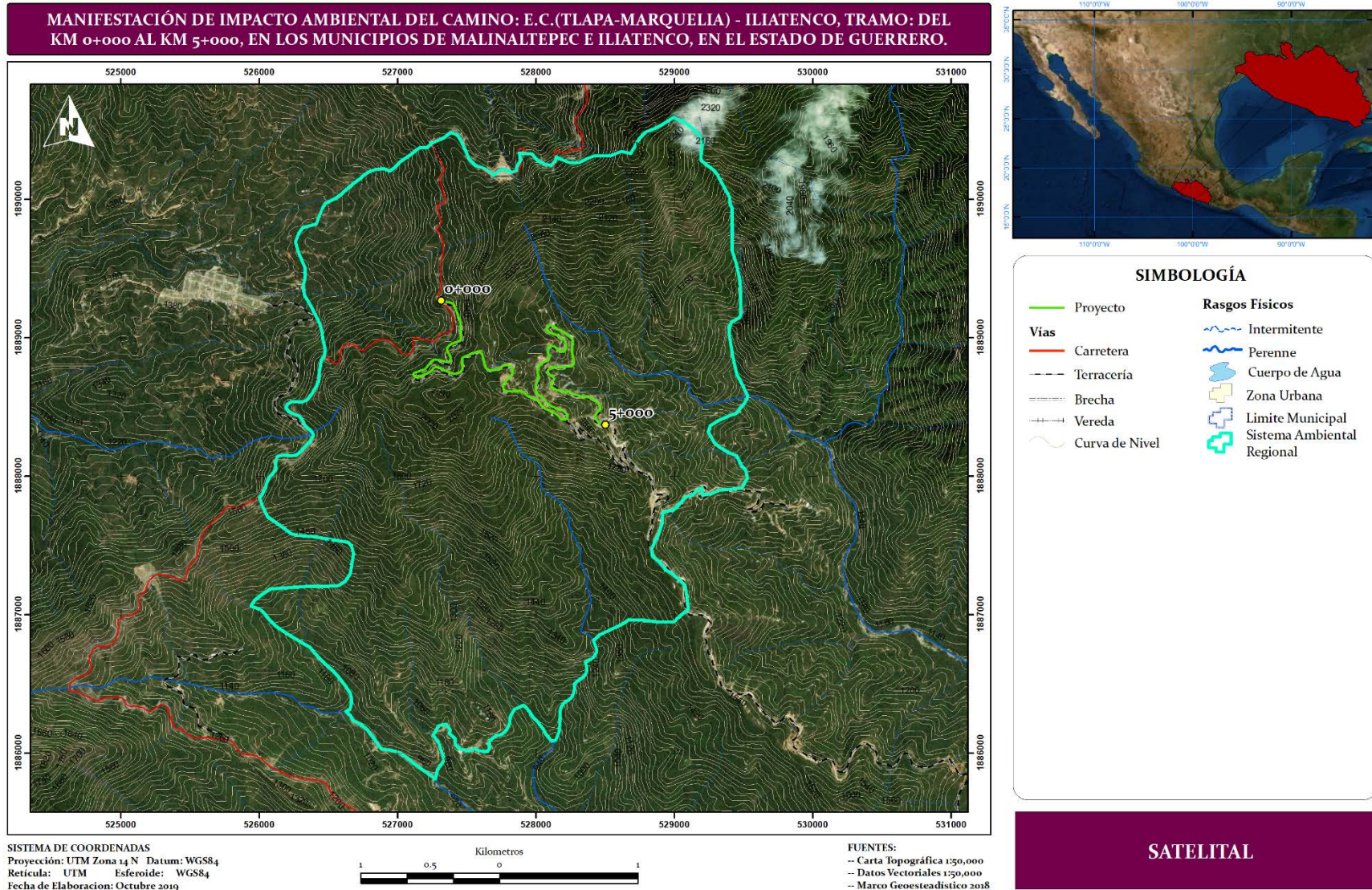
Tabla IV. 2. Coordenadas del Sistema Ambiental Regional

ID	UTM		GEOGRÁFICAS		ID	UTM		GEOGRÁFICAS	
	ESTE	NORTE	LATITUD	ESTE		ESTE	NORTE	LATITUD	ESTE
0	527430	1890468	17° 5' 54.547"	-98° 44' 31.821"	76	528276	1886498	17° 3' 45.312"	-98° 44' 3.371"
1	527382	1890484	17° 5' 55.065"	-98° 44' 33.435"	77	528356	1886657	17° 3' 50.485"	-98° 44' 0.653"
2	527330	1890446	17° 5' 53.830"	-98° 44' 35.196"	78	528414	1886813	17° 3' 55.553"	-98° 43' 58.675"
3	527247	1890409	17° 5' 52.630"	-98° 44' 38.006"	79	528547	1886897	17° 3' 58.275"	-98° 43' 54.167"
4	527213	1890373	17° 5' 51.460"	-98° 44' 39.158"	80	528669	1886963	17° 4' 0.437"	-98° 43' 50.061"
5	527159	1890373	17° 5' 51.457"	-98° 44' 40.975"	81	528839	1886953	17° 4' 0.106"	-98° 43' 44.302"
6	527067	1890306	17° 5' 49.301"	-98° 44' 44.099"	82	528991	1886947	17° 3' 59.884"	-98° 43' 39.157"
7	526941	1890206	17° 5' 46.037"	-98° 44' 48.369"	83	529100	1887043	17° 4' 2.997"	-98° 43' 35.477"
8	526840	1890218	17° 5' 46.433"	-98° 44' 51.780"	84	529073	1887215	17° 4' 8.611"	-98° 43' 36.369"
9	526737	1890160	17° 5' 44.559"	-98° 44' 55.284"	85	528937	1887323	17° 4' 12.139"	-98° 43' 40.968"
10	526647	1890088	17° 5' 42.210"	-98° 44' 58.325"	86	528840	1887424	17° 4' 15.423"	-98° 43' 44.242"
11	526553	1890008	17° 5' 39.617"	-98° 45' 1.513"	87	528834	1887473	17° 4' 17.024"	-98° 43' 44.452"
12	526475	1889972	17° 5' 38.446"	-98° 45' 4.133"	88	528902	1887632	17° 4' 22.202"	-98° 43' 42.123"
13	526412	1889825	17° 5' 33.644"	-98° 45' 6.295"	89	528915	1887717	17° 4' 24.959"	-98° 43' 41.700"
14	526313	1889796	17° 5' 32.714"	-98° 45' 9.637"	90	528984	1887751	17° 4' 26.057"	-98° 43' 39.355"
15	526260	1889692	17° 5' 29.339"	-98° 45' 11.450"	91	529082	1887851	17° 4' 29.307"	-98° 43' 36.034"
16	526328	1889510	17° 5' 23.419"	-98° 45' 9.126"	92	529202	1887919	17° 4' 31.514"	-98° 43' 31.971"
17	526321	1889400	17° 5' 19.820"	-98° 45' 9.391"	93	529200	1887865	17° 4' 29.757"	-98° 43' 32.041"
18	526326	1889307	17° 5' 16.820"	-98° 45' 9.213"	94	529263	1887874	17° 4' 30.057"	-98° 43' 29.898"
19	526390	1889194	17° 5' 13.133"	-98° 45' 7.058"	95	529323	1887901	17° 4' 30.923"	-98° 43' 27.878"
20	526439	1889102	17° 5' 10.143"	-98° 45' 5.412"	96	529390	1887906	17° 4' 31.086"	-98° 43' 25.596"
21	526459	1888987	17° 5' 6.390"	-98° 45' 4.718"	97	529485	1887914	17° 4' 31.350"	-98° 43' 22.393"
22	526468	1888861	17° 5' 2.290"	-98° 45' 4.431"	98	529527	1887988	17° 4' 33.743"	-98° 43' 20.972"
23	526427	1888691	17° 4' 56.764"	-98° 45' 5.819"	99	529512	1888050	17° 4' 35.775"	-98° 43' 21.476"
24	526342	1888550	17° 4' 52.167"	-98° 45' 8.724"	100	529483	1888082	17° 4' 36.792"	-98° 43' 22.450"
25	526189	1888494	17° 4' 50.366"	-98° 45' 13.874"	101	529449	1888147	17° 4' 38.933"	-98° 43' 23.617"
26	526304	1888414	17° 4' 47.759"	-98° 45' 10.002"	102	529354	1888194	17° 4' 40.456"	-98° 43' 26.816"
27	526386	1888303	17° 4' 44.125"	-98° 45' 7.231"	103	529288	1888242	17° 4' 42.023"	-98° 43' 29.056"
28	526337	1888222	17° 4' 41.485"	-98° 45' 8.887"	104	529242	1888322	17° 4' 44.628"	-98° 43' 30.597"
29	526270	1888156	17° 4' 39.341"	-98° 45' 11.158"	105	529257	1888364	17° 4' 46.001"	-98° 43' 30.094"
30	526130	1888142	17° 4' 38.894"	-98° 45' 15.915"	106	529316	1888404	17° 4' 47.299"	-98° 43' 28.104"
31	526114	1888048	17° 4' 35.857"	-98° 45' 16.452"	107	529444	1888453	17° 4' 48.870"	-98° 43' 23.760"
32	526040	1887916	17° 4' 31.547"	-98° 45' 18.954"	108	529508	1888533	17° 4' 51.495"	-98° 43' 21.597"
33	525999	1887849	17° 4' 29.359"	-98° 45' 20.346"	109	529528	1888577	17° 4' 52.922"	-98° 43' 20.898"
34	526062	1887705	17° 4' 24.695"	-98° 45' 18.234"	110	529491	1888658	17° 4' 55.537"	-98° 43' 22.149"
35	526232	1887583	17° 4' 20.709"	-98° 45' 12.475"	111	529450	1888737	17° 4' 58.121"	-98° 43' 23.556"
36	526466	1887552	17° 4' 19.685"	-98° 45' 4.570"	112	529415	1888907	17° 5' 3.657"	-98° 43' 24.709"
37	526641	1887525	17° 4' 18.799"	-98° 44' 58.639"	113	529394	1889077	17° 5' 9.197"	-98° 43' 25.427"
38	526667	1887368	17° 4' 13.697"	-98° 44' 57.770"	114	529415	1889116	17° 5' 10.466"	-98° 43' 24.690"
39	526570	1887210	17° 4' 8.558"	-98° 45' 1.055"	115	529480	1889167	17° 5' 12.109"	-98° 43' 22.502"
40	526355	1887205	17° 4' 8.417"	-98° 45' 8.339"	116	529480	1889307	17° 5' 16.663"	-98° 43' 22.495"

41	526080	1887186	17° 4' 7.793"	-98° 45' 17.628"	117	529459	1889475	17° 5' 22.134"	-98° 43' 23.190"
42	525938	1887062	17° 4' 3.780"	-98° 45' 22.431"	118	529416	1889628	17° 5' 27.127"	-98° 43' 24.655"
43	526087	1886947	17° 4' 0.002"	-98° 45' 17.393"	119	529416	1889778	17° 5' 31.988"	-98° 43' 24.648"
44	526221	1886849	17° 3' 56.837"	-98° 45' 12.869"	120	529416	1889932	17° 5' 37.015"	-98° 43' 24.641"
45	526363	1886765	17° 3' 54.085"	-98° 45' 8.076"	121	529395	1890018	17° 5' 39.796"	-98° 43' 25.344"
46	526511	1886612	17° 3' 49.097"	-98° 45' 3.059"	122	529311	1890179	17° 5' 45.064"	-98° 43' 28.184"
47	526655	1886432	17° 3' 43.236"	-98° 44' 58.211"	123	529190	1890284	17° 5' 48.476"	-98° 43' 32.265"
48	526623	1886302	17° 3' 39.007"	-98° 44' 59.299"	124	529203	1890413	17° 5' 52.686"	-98° 43' 31.810"
49	526680	1886235	17° 3' 36.809"	-98° 44' 57.381"	125	529166	1890484	17° 5' 54.983"	-98° 43' 33.073"
50	526779	1886173	17° 3' 34.802"	-98° 44' 54.027"	126	529073	1890555	17° 5' 57.314"	-98° 43' 36.224"
51	526884	1886029	17° 3' 30.112"	-98° 44' 50.481"	127	528992	1890593	17° 5' 58.546"	-98° 43' 38.943"
52	527019	1886001	17° 3' 29.200"	-98° 44' 45.903"	128	528909	1890538	17° 5' 56.760"	-98° 43' 41.772"
53	527164	1885892	17° 3' 25.633"	-98° 44' 41.031"	129	528795	1890490	17° 5' 55.194"	-98° 43' 45.607"
54	527271	1885813	17° 3' 23.067"	-98° 44' 37.398"	130	528741	1890435	17° 5' 53.400"	-98° 43' 47.442"
55	527286	1885881	17° 3' 25.279"	-98° 44' 36.888"	131	528683	1890331	17° 5' 50.032"	-98° 43' 49.401"
56	527334	1885952	17° 3' 27.587"	-98° 44' 35.261"	132	528616	1890348	17° 5' 50.596"	-98° 43' 51.668"
57	527296	1886073	17° 3' 31.519"	-98° 44' 36.548"	133	528542	1890319	17° 5' 49.632"	-98° 43' 54.196"
58	527265	1886117	17° 3' 32.951"	-98° 44' 37.591"	134	528419	1890315	17° 5' 49.528"	-98° 43' 58.341"
59	527295	1886199	17° 3' 35.623"	-98° 44' 36.563"	135	528314	1890266	17° 5' 47.929"	-98° 44' 1.899"
60	527348	1886209	17° 3' 35.963"	-98° 44' 34.788"	136	528247	1890265	17° 5' 47.902"	-98° 44' 4.177"
61	527378	1886170	17° 3' 34.683"	-98° 44' 33.764"	137	528144	1890307	17° 5' 49.286"	-98° 44' 7.654"
62	527415	1886107	17° 3' 32.628"	-98° 44' 32.527"	138	528109	1890248	17° 5' 47.337"	-98° 44' 8.841"
63	527449	1886029	17° 3' 30.082"	-98° 44' 31.379"	139	528035	1890269	17° 5' 48.055"	-98° 44' 11.348"
64	527496	1886017	17° 3' 29.684"	-98° 44' 29.764"	140	527970	1890329	17° 5' 50.011"	-98° 44' 13.542"
65	527559	1886032	17° 3' 30.191"	-98° 44' 27.651"	141	527874	1890335	17° 5' 50.194"	-98° 44' 16.793"
66	527649	1886013	17° 3' 29.568"	-98° 44' 24.604"	142	527891	1890289	17° 5' 48.697"	-98° 44' 16.220"
67	527656	1886074	17° 3' 31.532"	-98° 44' 24.358"	143	527856	1890208	17° 5' 46.068"	-98° 44' 17.399"
68	527755	1886137	17° 3' 33.604"	-98° 44' 21.010"	144	527823	1890196	17° 5' 45.673"	-98° 44' 18.525"
69	527815	1886268	17° 3' 37.838"	-98° 44' 18.985"	145	527765	1890221	17° 5' 46.490"	-98° 44' 20.486"
70	527843	1886316	17° 3' 39.397"	-98° 44' 18.036"	146	527736	1890213	17° 5' 46.221"	-98° 44' 21.476"
71	527909	1886345	17° 3' 40.351"	-98° 44' 15.790"	147	527688	1890176	17° 5' 45.028"	-98° 44' 23.094"
72	528012	1886226	17° 3' 36.482"	-98° 44' 12.309"	148	527622	1890225	17° 5' 46.611"	-98° 44' 25.333"
73	528113	1886086	17° 3' 31.914"	-98° 44' 8.900"	149	527561	1890247	17° 5' 47.350"	-98° 44' 27.385"
74	528172	1886227	17° 3' 36.494"	-98° 44' 6.905"	150	527476	1890384	17° 5' 51.794"	-98° 44' 30.257"
75	528177	1886326	17° 3' 39.732"	-98° 44' 6.710"					

Fuente: SECIRA 2019

Imagen IV. 5. Vista Satelital del SAR



Fuente: SECIRA 2019

Imagen IV. 6. Vías de acceso del proyecto

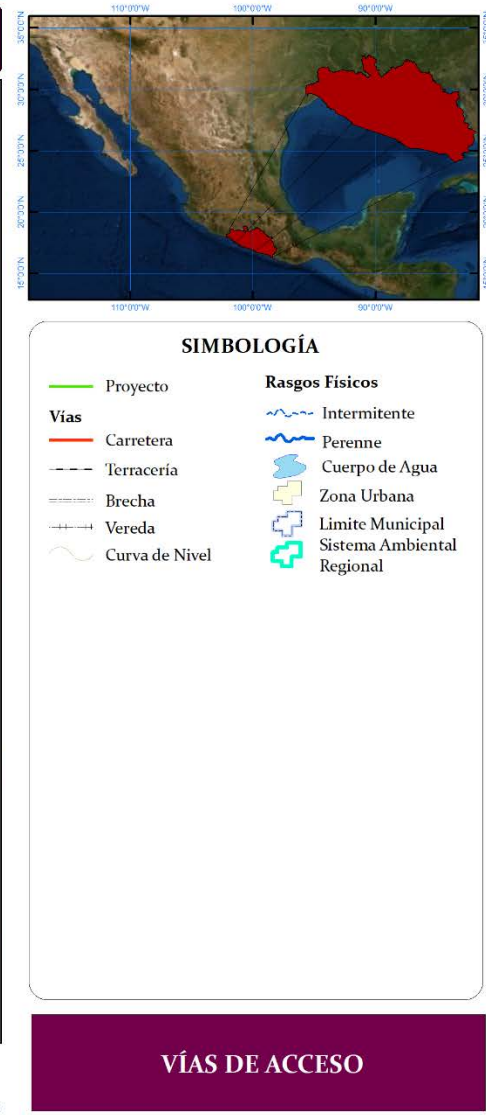
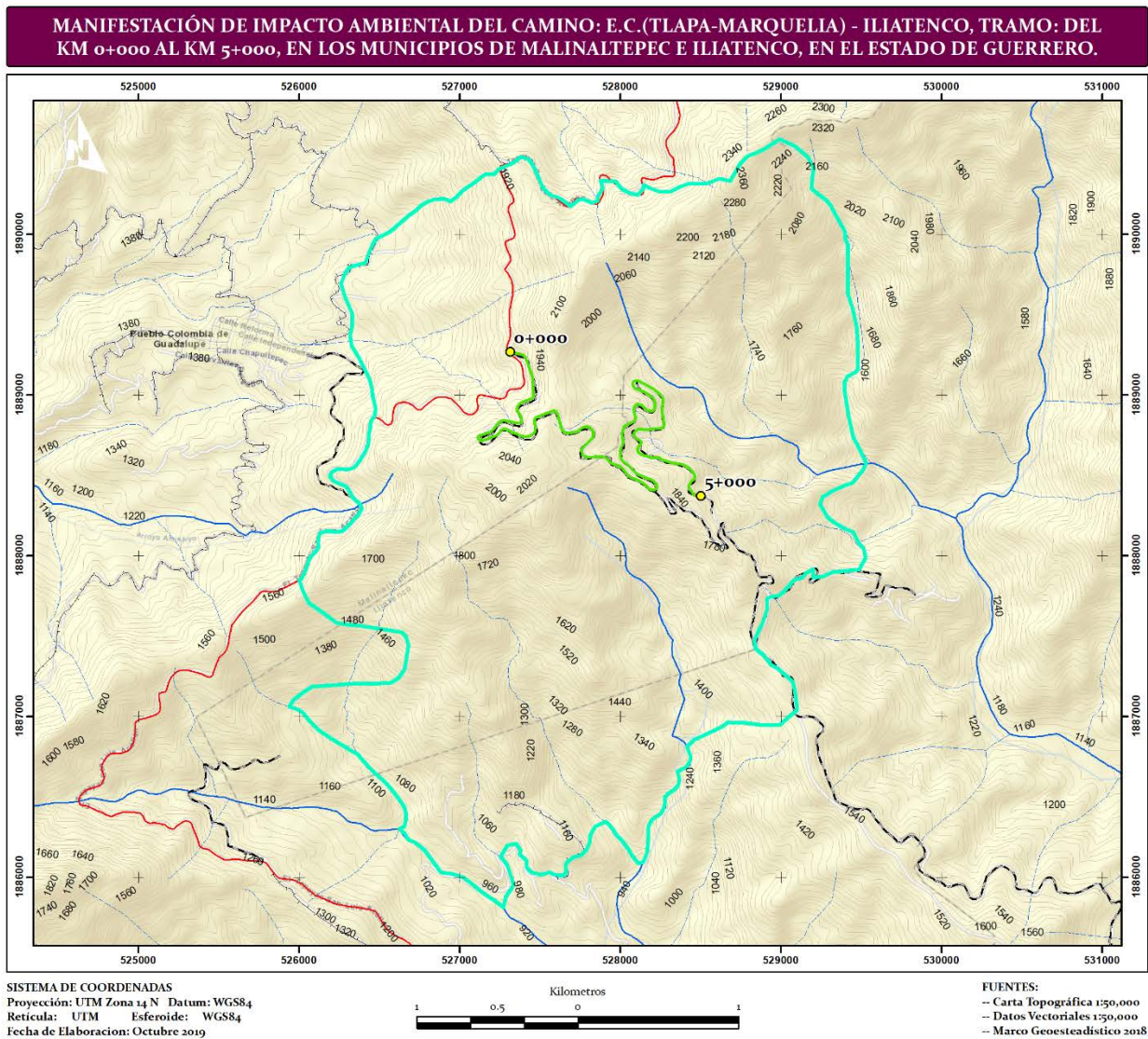
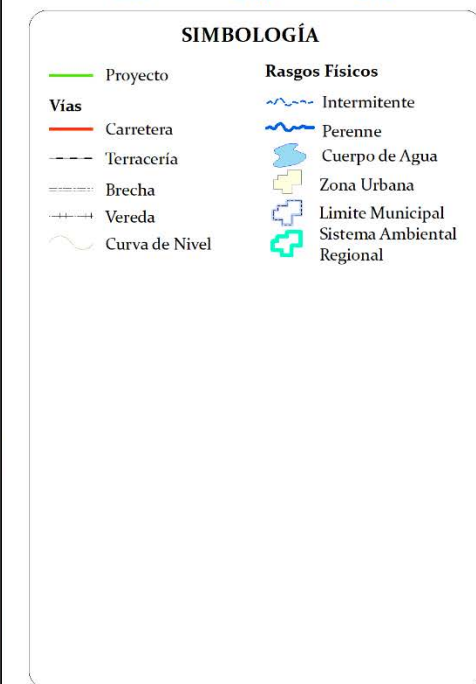
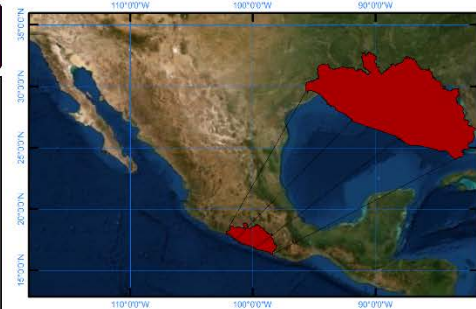
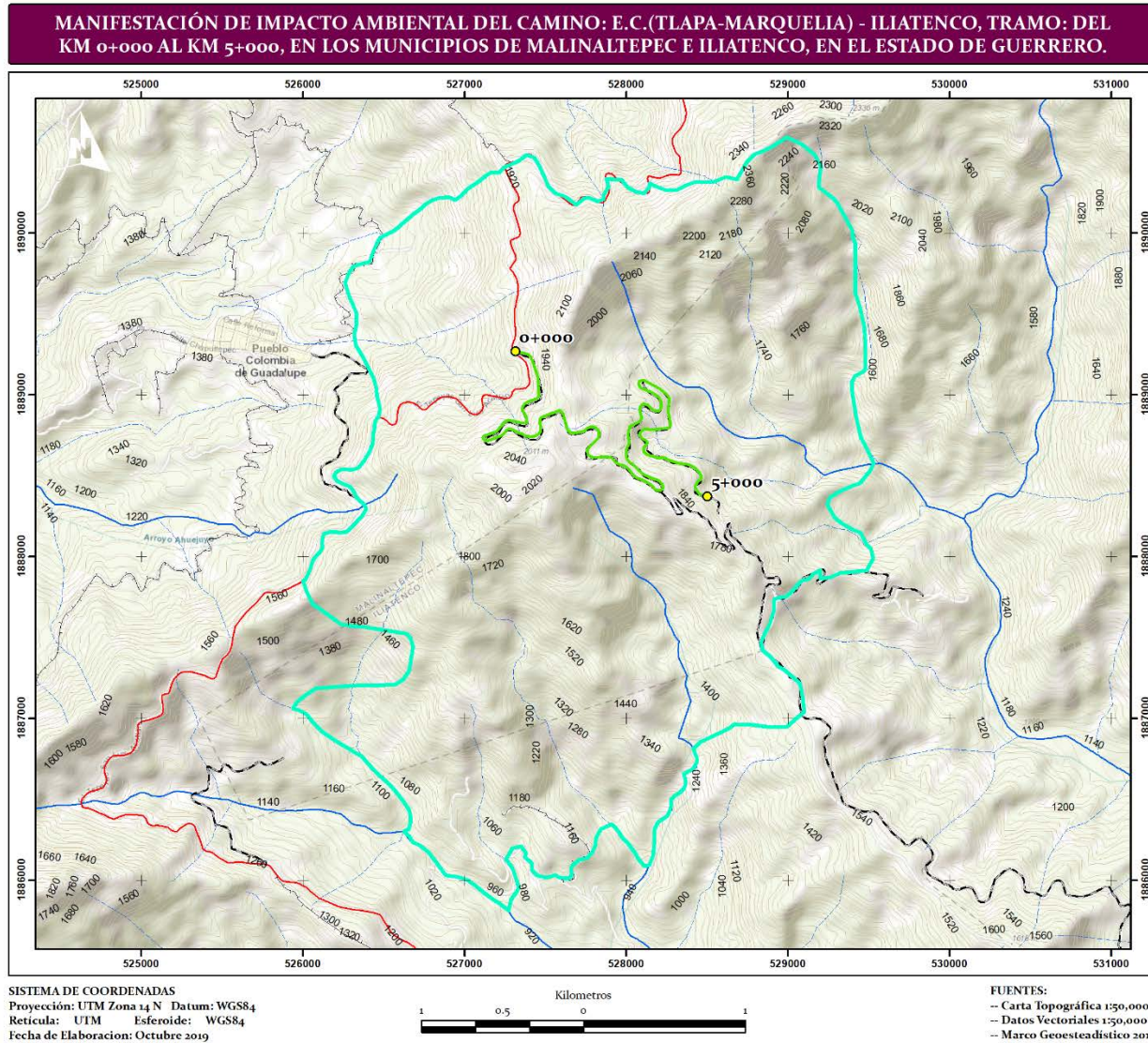




Imagen IV. 7. Topografía del SAR



**TOPOGRÁFICO**

## IV.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR).

### IV.2.1. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS RETROSPECTIVO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL SAR.

#### IV.2.2.1 MEDIO ABIÓTICO.

##### IV.2.2.1.1. CLIMA Y FENÓMENOS METEOROLÓGICOS

El clima se refiere al conjunto de fenómenos meteorológicos que caracterizan el estado medio de la atmósfera en un punto de la superficie de la tierra. El clima de una región está controlado por una serie de elementos como temperatura, humedad, presión, vientos y precipitaciones, principalmente. Estos valores se obtienen a partir de la recopilación en forma sistemática y homogénea de la información meteorológica, durante periodos que se consideran suficientemente representativos, de 30 años o más. Factores como la latitud, longitud, continentalidad, relieve, dirección de los vientos, también determinan el clima de una región (INEGI; 2013).

México presenta una gran variedad de climas; áridos en el norte del territorio, cálidos húmedos y subhúmedos en el sur, sureste y climas fríos o templados en las regiones geográficas elevadas. Útil para comprender la dinámica del clima a nivel global y regional, caracterizar regiones hidrológicas, delimitación de zonas de riesgo hidro-meteorológico y planeación agrícola, entre otras aplicaciones.

El Estado de Guerrero presenta una variada gama en su territorio, así tiene climas cálidos, semicálidos, templados, semisecos y secos. El clima que predomina para esta zona del país es el cálido subhúmedo, aunque con variaciones que llegan a climas templados subhúmedos, de acuerdo en su mayor parte con altitudes que van desde los 500 m a los 2,000 msnm. Los semicálidos se distribuyen a lo ancho de la entidad paralelos a la línea de costa, pero entre los 1,000 y 2,000 msnm; particularmente los semicálidos subhúmedos se extienden además hacia la región Este del estado y en menor proporción al Norte. Las zonas más elevadas de la entidad se presentan con altitudes de 2,000 y 3,000 msnm y tienen climas templados subhúmedos principalmente y templado húmedo.

Como se ha descrito oportunamente con antelación el trazo del proyecto junto con el SAR se localiza sobre los municipios de Malinaltepec e Iliatenco.

Sobre el municipio de **Iliatenco** se presentan tres tipos de climas, el clima prevaleciente se trata del semicálido subhúmedo localizado en la parte central, y ocupando un 47.50% de la superficie total, le sigue el clima cálido subhúmedo con el 36.59% ubicado en la parte sur principalmente. Por último, el clima templado subhúmedo abarca un 15.92% y se localiza en las partes altas del norte del municipio. Enseguida se presenta una breve descripción de cada uno de los climas que se presentan en este municipio.

**Tabla IV. 3.** Tipos de Climas presentes en el municipio de Iliatenco, Guerrero.

Clima tipo	Descripción	Porcentaje
Aw1	Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C. Precipitación del mes más seco menor de 60 mm; lluvias de verano con índice P/T entre 43.2 y 55.3 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.	1.33%
Aw2	Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C. Precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm; lluvias de verano con índice P/T mayor de 55.3 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.	35.25%
(A)C(w2)	Semicálido subhúmedo del grupo C, temperatura media anual mayor de 18°C, temperatura del mes más frío menor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C. Precipitación del mes más seco menor a 40 mm; lluvias de verano con índice P/T mayor de 55 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.	47.50%
C(m)	Templado, húmedo, 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. Precipitación en el mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.	15.92%
TOTAL		100.00%

Fuente: INEGI 2010.

En lo que se refiere al municipio de Malinaltepec predomina el clima semicálido subhúmedo con lluvias de verano con el 34.28%, seguido por el clima templado húmedo con lluvias de verano cubriendo el 21.50%. Le sigue el cálido subhúmedo con lluvias de verano con el 20.92%. Enseguida se encuentra el clima semicálido húmedo con lluvias de verano y cubre un 15.01% de la superficie municipal. El clima templado subhúmedo con lluvias de verano cubre tan solo el 5.45%. Finalmente, el clima cálido subhúmedo con lluvias de verano es el de menor representación en el municipio abarcando solamente el 2.84% del total del municipio. En la siguiente tabla se puede observar la breve descripción de los climas presentes en Malinaltepec:

**Tabla IV. 4.** Tipos de Climas presentes en el municipio de Malinaltepec, Guerrero.

Tipo clima	Descripción	Porcentaje
(A)C(w2)	Semicálido subhúmedo del grupo C, temperatura media anual mayor de 18°C, temperatura del mes más frío menor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C. Precipitación del mes más seco menor a 40 mm; lluvias de verano con índice P/T mayor de 55 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.	34.28%
C(m)	Templado, húmedo, 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. Precipitación en el mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.	21.50%
Aw2	Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C. Precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm; lluvias de verano con índice P/T mayor de 55.3 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.	20.92%
(A)C(m)	Semicálido húmedo del grupo C, temperatura media anual mayor de 18°C, temperatura del mes más frío menor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C. Lluvias de verano, precipitación del mes más seco mayor de 40 mm; porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.	15.01%
C(w2)	Templado, subhúmedo, 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. Precipitación en el mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano con índice P/T mayor de 55 y porcentaje de lluvia invernal del 5 al 10.2% del total anual.	5.45%

Aw1	Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C. Precipitación del mes más seco menor de 60 mm; lluvias de verano con índice P/T entre 43.2 y 55.3 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.	2.84%
TOTAL		100.00%

En lo que respecta al Sistema Ambiental Regional del trazo del proyecto, se presentan 2 tipos de clima. Siendo el clima Semicálido subhúmedo **(A)C(w2)** el de mayor representatividad con el 80.28%, este clima es del grupo C con temperatura media anual mayor de 18°C, temperatura del mes más frío menor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C. Precipitación del mes más seco menor a 40 mm; lluvias de verano con índice P/T mayor de 55 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual. La sigue el clima Templado, húmedo **C(m)** ubicado al norte del SAR abarca el 19.72% del SAR, este clima presenta una 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. Precipitación en el mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.

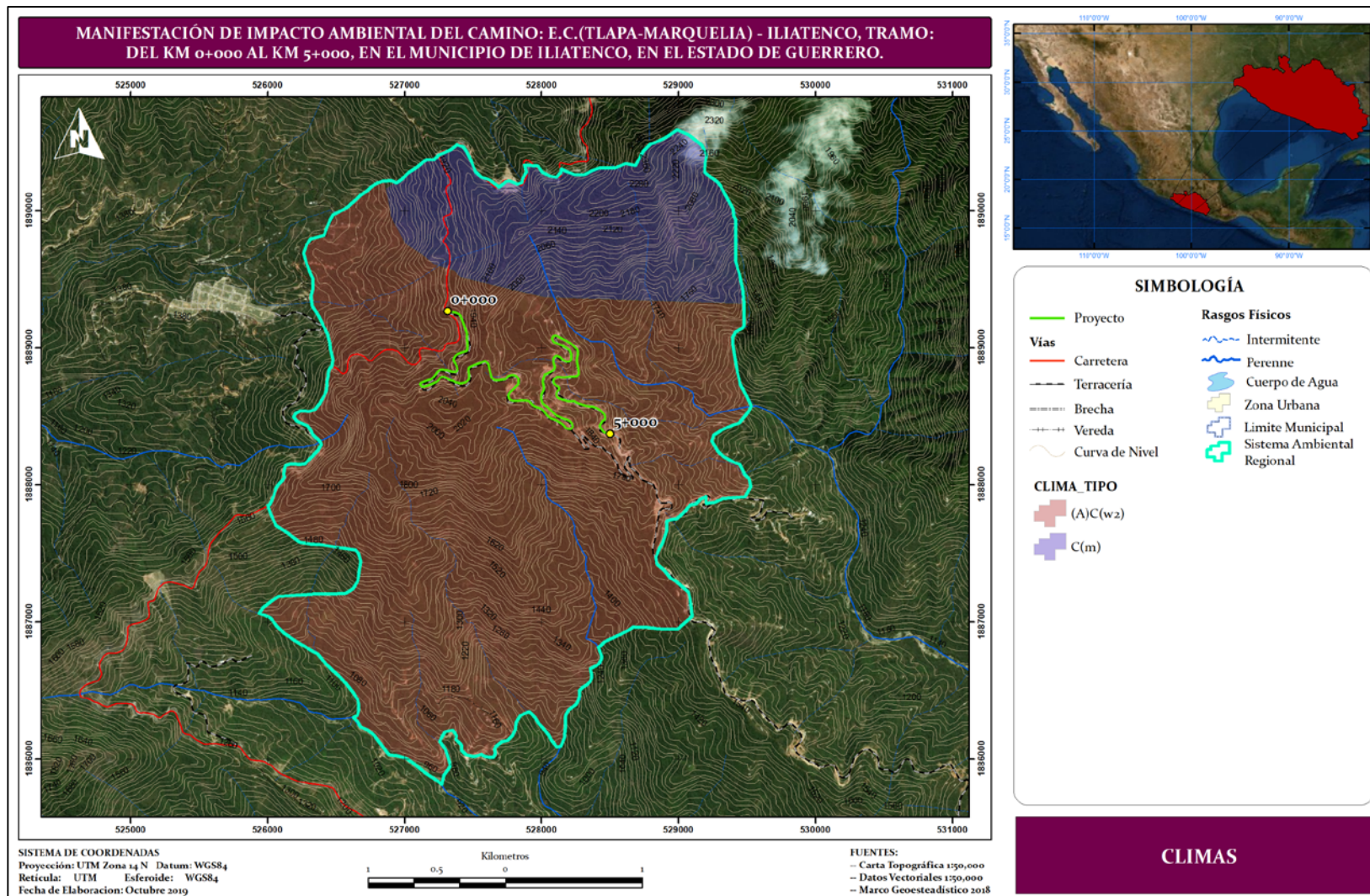
Tabla IV. 5. Tipos de Climas presentes en el SAR.

CLIMA TIPO	ÁREA (HAS)	PORCENTAJE (%)
Aw2	924.00	80.28%
C(m)	227.04	19.72%
TOTAL	1151.04	100.00%

Fuente: INEGI 2010

En la siguiente imagen se puede observar que el trazo del proyecto atraviesa únicamente por el clima semicálido subhúmedo en elevaciones que oscilan entre los 1,753 msnm a los 1,960 msnm con altitud promedio igual a 1,865 msnm, sobre este tipo de clima se asienta el bosque de pino-encino, sobre la sierra alta compleja de la Sierra Madre del Sur.

Imagen IV. 8. Tipos de clima en el área de estudio



De manera complementaria se muestra el climograma en el que se representa el comportamiento mensual de los parámetros temperatura y precipitación registrados por la Estación Meteorológica Escalerilla La Laguna, la cual cuenta con los registros estadísticos más completos, del año 1951 al 2010. De igual forma, en la gráfica señalada se puede apreciar una importante temporada de lluvias durante los meses de verano. Se ha tomado como referencia la Estación meteorológica Escalerilla La Laguna 12228, cuyas coordenadas geográficas son: 17°22'13" Latitud Norte y los 098°50'16" de Longitud Oeste; por su relación en cuanto distancia al trazo del proyecto.", es decir a 32.84 kilómetros en línea recta al noroeste (esto se puede confirmar en la siguiente imagen), lo cual indica datos más precisos del clima del área del proyecto, además de que en ambos lugares se presenta el mismo tipo de clima semicaldo subhúmedo.

### Temperatura

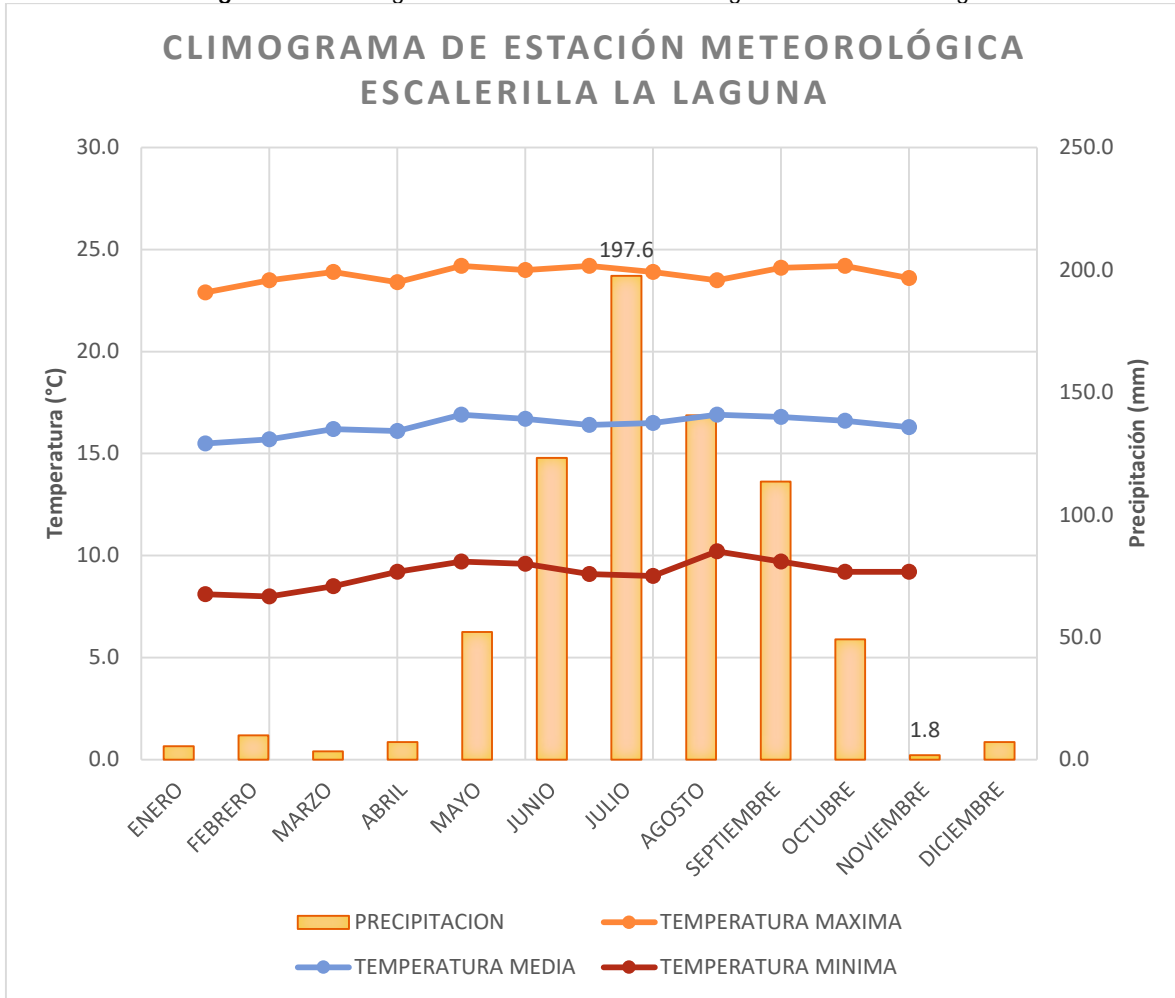
En las siguientes tablas se pueden apreciar las temperaturas máximas mensual. En ella se puede notar que los meses más fríos del año son enero con 22.9°C y abril con 23.4°C, mientras que los meses más cálidos corresponden a julio y noviembre ambos con 24.2°C. En lo que se refiere a la temperatura máxima promedio anual, ésta alcanza los 23.8°C. En este caso la oscilación térmica es de 1.3°C. En lo que respecta a la temperatura media se puede observar que los meses más fríos del año son enero y febrero con 15.5°C y 15.7°C; respectivamente, los cuales corresponden con la temporada invernal, mientras que los más cálidos corresponden a septiembre y mayo ambos con 16.9°C. En lo que se refiere a la temperatura media anual, ésta alcanza los 16.4°C. Para la temperatura media la oscilación térmica es de 1.4°C. En tanto que en lo que se refiere a la temperatura mínima se tiene que los meses más fríos del año son febrero con 8.0°C y enero con 8.1°C, los cuales corresponden con la temporada invernal, mientras que los más cálidos corresponden a mayo y septiembre, con 9.7°C y 10.2°C, respectivamente. En lo que se refiere a la temperatura media anual, ésta alcanza los 9.1°C. Mientras que la oscilación térmica es de 2.2°C.

### Precipitación

El promedio de precipitación anual para los años de observación realizados en la Estación Meteorológica Escalerilla La Laguna indica que en la zona se tiene una media anual de 711.0 mm con 74.1 días en promedio de lluvia. Los meses con mayor precipitación corresponden con agosto y julio con 140.6 mm y 197.6 mm, respectivamente, mientras los meses con menor precipitación son noviembre y marzo con 1.8 mm y 3.4 mm, respectivamente.

Los datos anteriores se pueden confirmar en la siguiente gráfica y la respectiva tabla:

Imagen IV. 9. Climograma de la estación meteorológica Escalerilla La Laguna.



Fuente: CONAGUA, 2019.

Tabla IV. 6. Normales Climatológicas de la estación Escalerilla La Laguna.

SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL														
NORMALES CLIMATOLÓGICAS														
ESTADO DE:	GUERRERO												PERIODO:	1951-2010
ESTACIÓN:	00012228	ESCALERILLA LA LAGUNA												
	LATITUD: 17°22'13''				LONGITUD: 098°50'16''				ALTITUD: 2,245.00 MSNM					
ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL	
<b>TEMPERATURA MÁXIMA</b>														
NORMAL	22.9	23.5	23.9	23.4	24.2	24.0	24.2	23.9	23.5	24.1	24.2	23.6	23.8	
MÁXIMA MENSUAL	31.3	30.8	32.0	29.9	31.3	30.9	31.6	30.2	30.6	30.9	30.8	32.0		
AÑO DE MÁXIMA	2003	2003	1997	2005	2003	2003	1997	2003	2002	2002	2002	2003		
MÁXIMA DIARIA	33.0	33.0	35.0	31.8	35.0	34.0	33.0	33.0	32.0	34.0	33.0	33.0		
FECHA MÁXIMA DIARIA	26/2005	07/2005	05/1997	20/2005	21/2005	01/1997	15/1997	02/1997	12/2001	10/2002	23/2004	17/2000		
AÑOS CON DATOS	20	17	18	14	18	17	17	17	17	18	19	20		
<b>TEMPERATURA MEDIA</b>														
NORMAL	15.5	15.7	16.2	16.1	16.9	16.7	16.4	16.5	16.9	16.8	16.6	16.3	16.4	
AÑOS CON DATOS	20	17	18	14	18	17	17	17	17	18	19	20		
<b>TEMPERATURA MÍNIMA</b>														
NORMAL	8.1	8.0	8.5	9.2	9.7	9.6	9.1	9.0	10.2	9.7	9.2	9.2	9.1	
MÍNIMA MENSUAL	5.5	5.3	5.2	5.1	5.0	5.1	5.1	5.2	5.9	5.8	5.7	5.6		
AÑO DE MÍNIMA	2002	2009	2009	2009	2009	2009	2009	2005	2002	2002	2001	2001		
MÍNIMA DIARIA	4.0	3.0	5.0	1.9	4.0	5.0	5.0	4.0	5.0	5.0	5.0	5.0		
FECHA MÍNIMA DIARIA	16/2005	06/1986	02/1982	16/2010	14/2005	04/1997	02/2001	22/2005	03/2001	11/2001	10/2000	07/1988		
AÑOS CON DATOS	20	17	18	14	18	17	17	17	17	18	19	20		
<b>PRECIPITACIÓN</b>														
NORMAL	5.5	9.9	3.4	7.1	52.1	123.2	197.6	140.6	113.6	49.1	1.8	7.1	711.00	
MÁXIMA MENSUAL	40.0	70.0	51.0	67.0	196.0	320.6	720.0	405.1	285.2	144.9	20.0	110.0		
AÑO DE MÁXIMA	1991	2010	1983	1985	1986	1984	1993	1985	1984	2004	2007	1995		



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL CAMINO: E.C.(TLAPA-MARQUELIA) - ILIATENCO, TRAMO: DEL KM 0+000 AL KM 5+000, EN LOS MUNICIPIOS DE MALINALTEPEC E ILIATENCO, EN EL ESTADO DE GUERRERO.



<b>MÁXIMA DIARIA</b>	40.0	40.0	30.0	20.1	37.0	97.0	60.0	70.0	40.0	41.0	10.0	40.0	
<b>FECHA MÁXIMA DIARIA</b>	05/1991	25/1983	13/1983	14/1985	11/1984	11/1984	11/1993	27/1990	12/1984	17/1983	07/1990	29/1995	
<b>AÑOS CON DATOS</b>	20	17	18	14	18	17	17	17	17	18	19	20	
<b>NUMERO DE DIAS CON</b>													
<b>LLUVIA</b>	0.6	1.0	0.4	0.8	5.5	12.6	17.2	14.9	14.5	6.0	0.3	0.3	74.1
<b>AÑOS CON DATOS</b>	24	23	24	20	21	17	17	16	15	18	24	25	

Fuente: CONAGUA, 2019.

## FENÓMENOS CLIMATOLÓGICOS.

En el estado de Guerrero se presentan fenómenos meteorológicos como son las tormentas tropicales, huracanes, frentes fríos y depresiones tropicales. Las tormentas y ciclones surgen de las precipitaciones que provienen principalmente del Pacífico, su origen se debe al desplazamiento de la zona Intertropical de Convergencia hacia el Norte en el verano. La influencia de los ciclones y tormentas tropicales toca principalmente a las regiones costeras; esto se comprueba porque la precipitación máxima sucede en los meses mayo – octubre y se incrementa en septiembre.

En verano y parte del otoño, sobre las aguas del Océano Pacífico se forman los ciclones tropicales, su desplazamiento es paralelo a la costa, en ocasiones, se internan sobre las tierras continentales, en México, su mayor frecuencia es en septiembre.

En el periodo 1980-2003 el estado de Guerrero en general ha sido afectado por diez ciclones tropicales; entre ellos los huracanes de categoría H1 con velocidad de vientos de 33.1 a 42.5 m/s (Boris, Cosme y Grez), y de categoría H2 cuya velocidad de los vientos es de 42.5 a 49.2 m/s (Alma, Pauline).

La frecuencia de heladas y granizadas se presentan cuando la temperatura es igual o menor a cero, fenómeno que guarda una estrecha relación con la altitud del terreno, y sólo se presenta un máximo de 30 días al año sobre la cota de 2000 m sobre las principales sierras.

Debido a la situación geográfica de los municipios en la zona intertropical, y la mayor parte de la entidad se encuentra libre de heladas. Lo anterior sustenta que el SAR se encuentra libre de heladas.

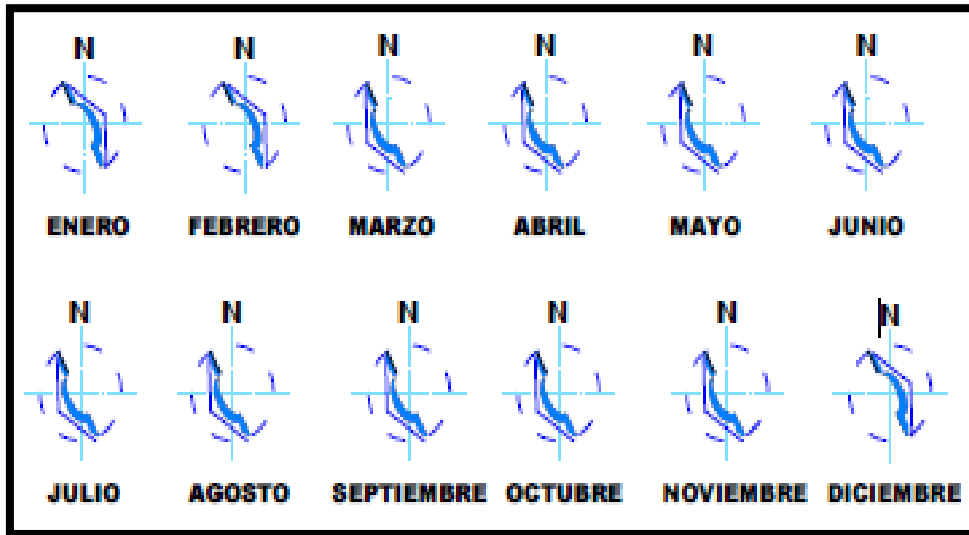
La distribución de las tormentas de granizo guarda estrecha relación con el relieve, exposición de las laderas a los vientos dominantes y con el aumento de la altitud, este fenómeno se registra sobre todo en las regiones montañosas de la entidad. Por lo que, la incidencia de granizo es alta en las estribaciones de la Sierra Madre del Sur de altitud entre 800 y 1,600 m.s.n.m. y por ende en el SAR cuyas altitudes oscilan entre los 1060 msnm y los 2240 msnm, caso similar que en el caso de la Provincia Fisiográfica) solo existe de 0 a 1 granizada por año

## VIENTOS DOMINANTES.

En el estado de Guerrero existen dos observatorios: Acapulco y Chilpancingo. Considerando el observatorio de Chilpancingo del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), se indica que durante las lluvias el viento dominante es del sureste. En la parte norte del municipio de Olinalá la dirección de los vientos se presenta de noroeste a sureste, y en la parte sur del municipio es de este a oeste.

El viento dominante es del sur la mayor parte del año, con una velocidad media es de viento débil la mayor parte del año, por lo que Guerrero, queda bajo la influencia de la zona intertropical de convergencia (franja donde coinciden los vientos alisios del hemisferio norte y los alisios del hemisferio sur) caracterizado por la presencia de nubes, lo que marca el invierno en la región.

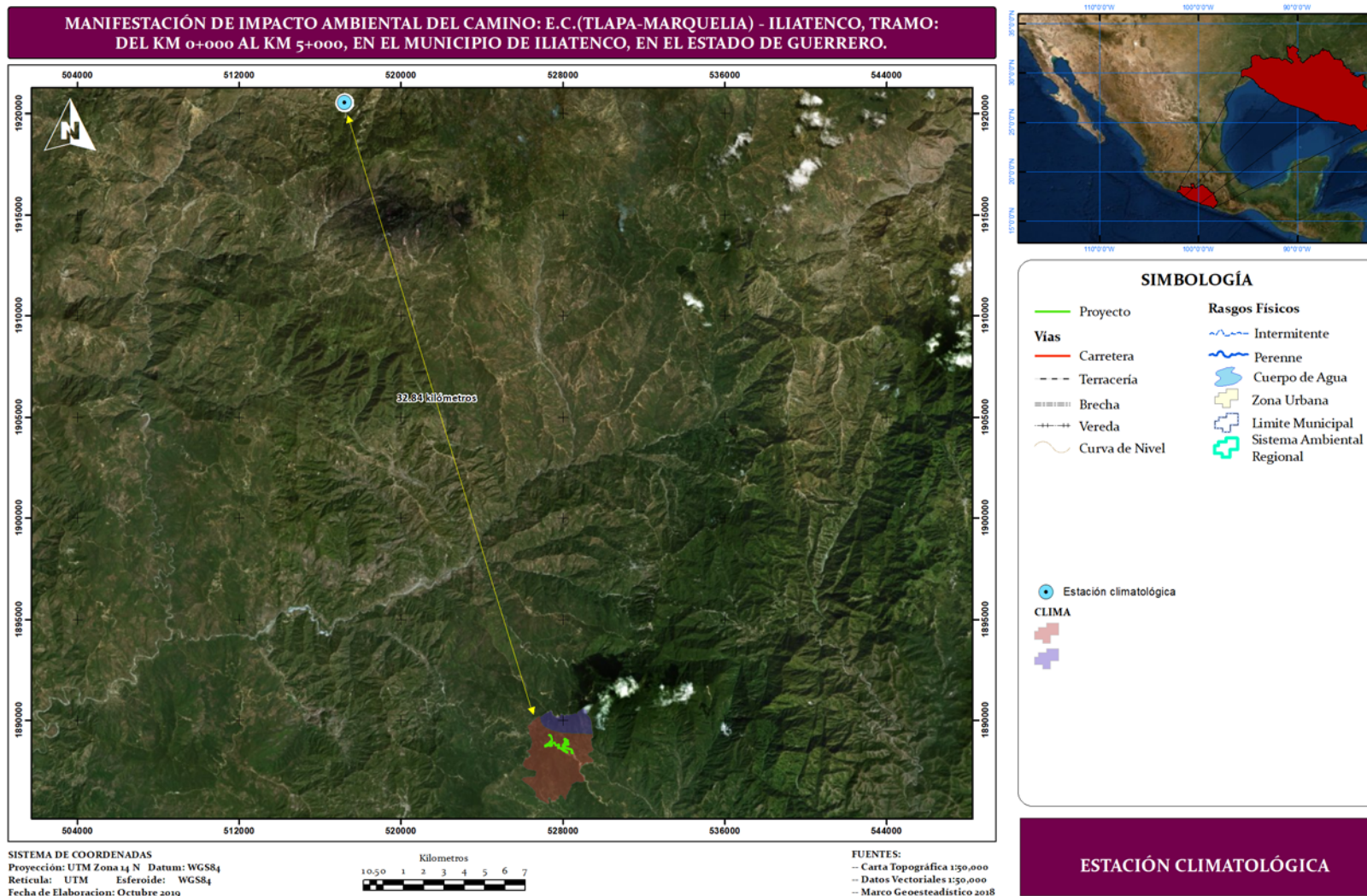
Imagen IV. 10. Vientos Dominantes.



Fuente: SECIRA,2019

En la siguiente imagen se puede observar la distancia de 32.84 kilómetros que existe entre la estación climatológica y el trazo del proyecto.

Imagen IV. 11. Estación Meteorológica cercana al proyecto.



#### IV.2.2.1.2. GEOMORFOLOGÍA

El trazo del proyecto, éste se asienta sobre la Provincia Fisiográfica **Sierra Madre del Sur**, esto se puede comprobar en la siguiente imagen. Dicha provincia fisiográfica se extiende a lo largo y muy cerca de la costa del Pacífico con una dirección general de noroeste a sureste, su altitud es casi constante de poco más de 2,000 msnm en ella nacen varias corrientes que desembocan en el Océano Pacífico y en su vertiente interior se localizan las cuencas del río Balsas, Verde y Tehuantepec. (INEGI, 2010). Esta provincia es la de mayor complejidad geológica. En ella podemos encontrar, rocas ígneas, sedimentarias y la mayor abundancia de rocas metamórficas del país. El choque de las placas tectónicas de Cocos y la placa Norteamericana, provocó el levantamiento de esta Sierra y ha determinado en gran parte su complejidad. El segmento más septentrional de esta provincia está formado por afloramientos de secuencias mesozoicas, tanto sedimentarias de plataforma como volcánicas sedimentarias de tipo arco insular volcánico-mar marginal. Las zonas correspondientes al noroccidente de Guerrero, occidente del estado de México y sur de Michoacán, conforman una región con afloramientos volcánico-sedimentarios del Jurásico y Cretácico, parcialmente metamorfosados, que se encuentran cubiertos por las rocas volcánicas y sedimentarias continentales del Cenozoico. Esta región limita al oriente, a la altura de la línea Ixtapan de la Sal-Taxco-Iguala, con la región de la Plataforma Cretácica de Morelos y Guerrero. (INEGI, 2008).

El municipio de **Iliatenco** pertenece a dos Subprovincias Fisiográficas, en su mayoría a la Cordillera Costera del Sur con el 59.46% y el restante 40.54% a las Costas del Sur. En cuanto al sistema de topografías se presentan principalmente la Sierra alta compleja con el 59.46%, seguido de la Sierra baja compleja con el 40.54%.

El municipio de **Malinaltepec** pertenece a dos Subprovincias Fisiográficas, fundamentalmente a la Cordillera Costera del Sur con el 84.28% y en menor proporción a las Costas del Sur con el 15.72%. El sistema de topografías presente en este municipio es de Sierra alta compleja con el 78.83%, Sierra baja compleja con un 15.72% y Cañón típico con 5.45%.

En cuanto al Sistema Ambiental Regional del trazo del proyecto se asienta en su totalidad en la **Subprovincia Fisiográfica de Cordillera Costera del Sur** (esto se puede observar en la siguiente imagen). Esta subprovincia se forma a lo largo de las costas michoacanas, guerrerenses y oaxaqueñas, desde la pequeña llanura costera del río Coahuayana hasta el puerto de Salina Cruz, se extiende una cadena angosta y continua de montañas de baja y mediana altitud cuyas bases quedan muy próximas a la línea litoral, o bien coinciden con ella. Un brazo del conjunto se extiende tierra adentro, entre el volcán de Colima y Tancitaro, para formar parte del territorio jalisciense, constituyendo así esta subprovincia.

Imagen IV. 12. Provincias fisiográficas en el área del proyecto y del SAR

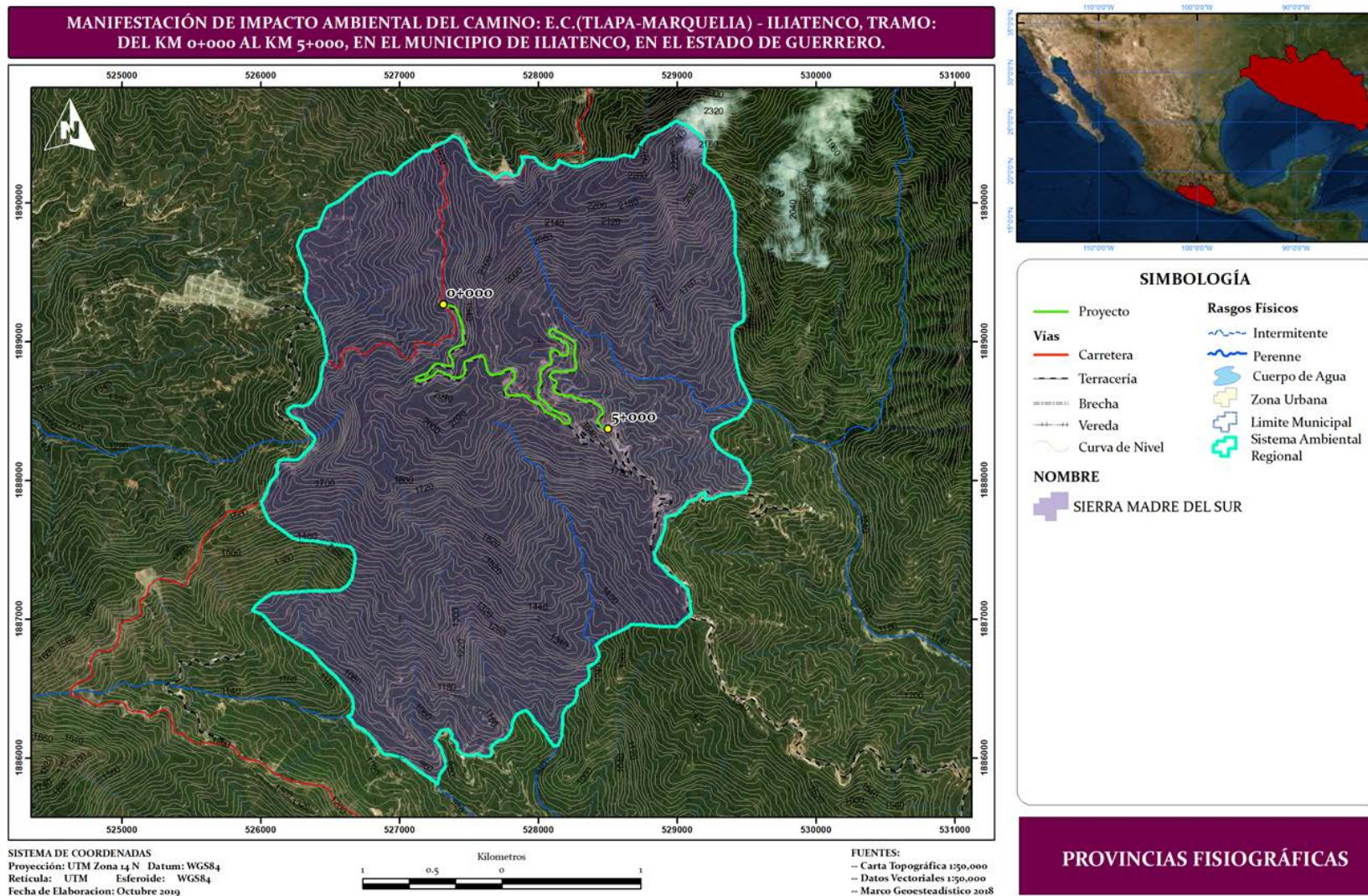
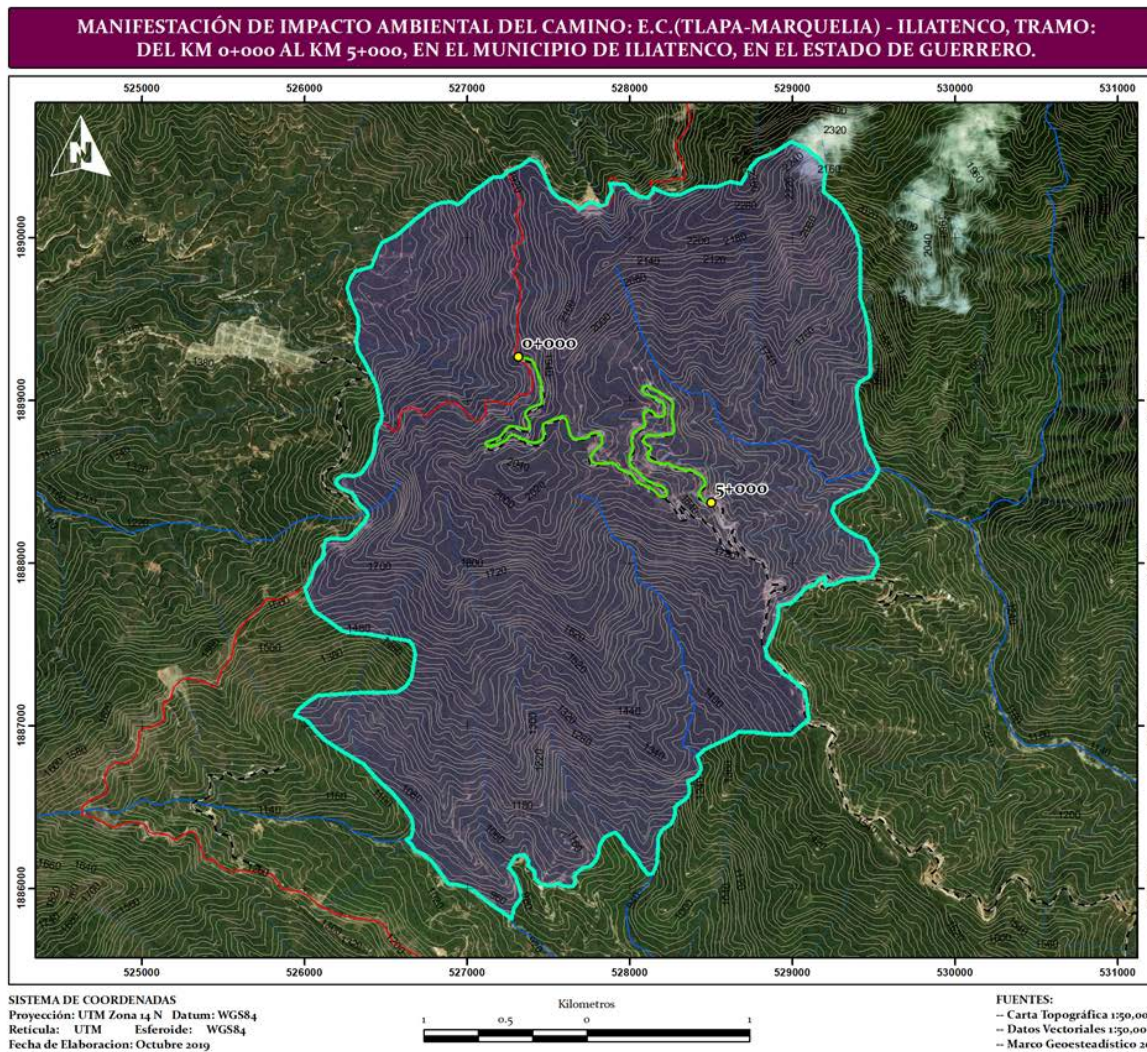
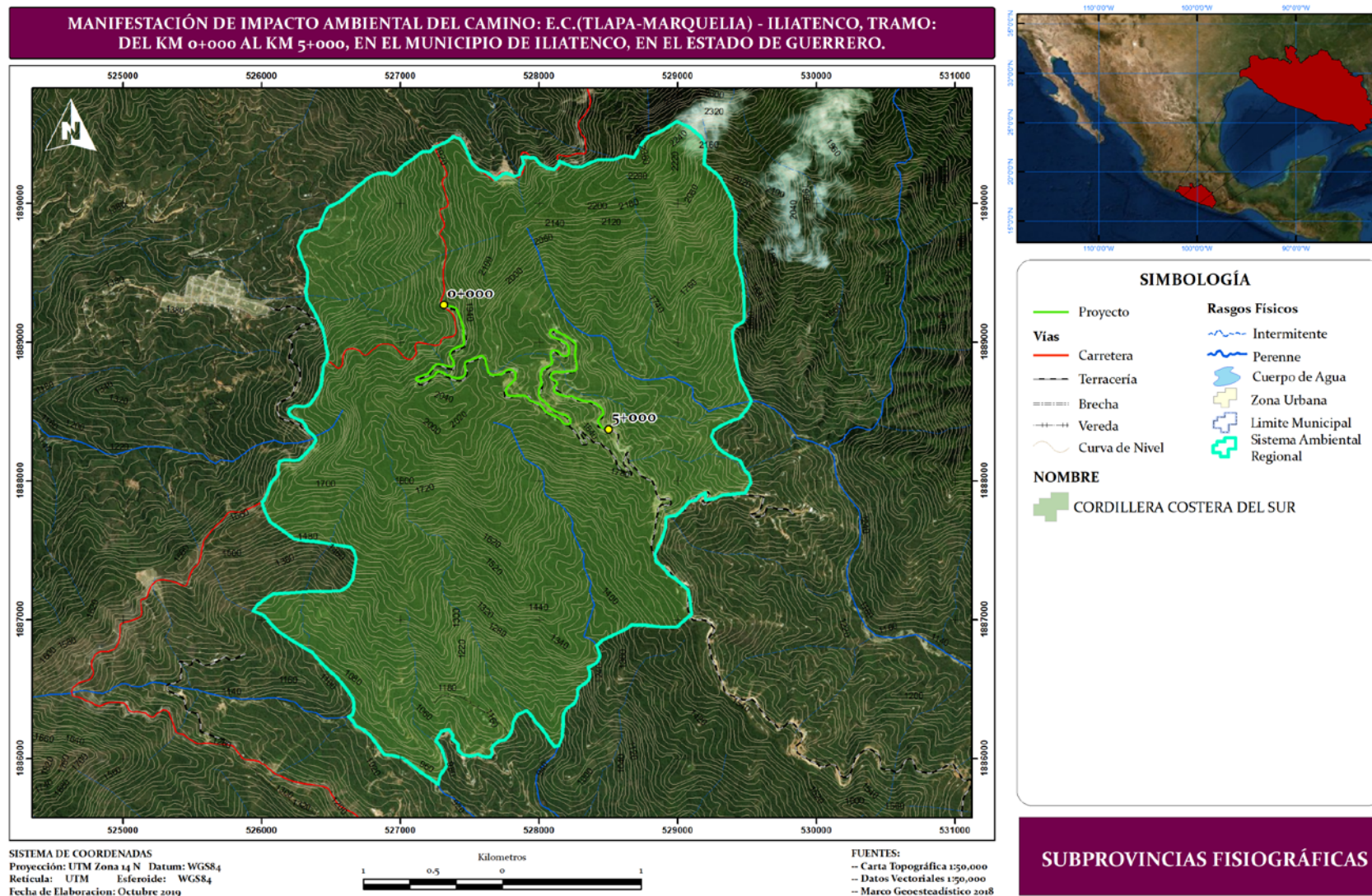


Imagen IV. 13. Subprovincias fisiográficas en el área del proyecto y del SAR



Fuente: SECIRA,2019

Imagen IV. 14. Topoformas en el área del proyecto y del SAR





La complejidad morfológica que presenta el estado de Guerrero es el resultado de la combinación de procesos endógenos (fenómenos geológicos que tienen en el interior del globo terrestre) y fenómenos exógenos (fenómenos que se producen en la superficie del planeta, así como de las rocas que se han formado en ella).

La Sierra Madre del Sur que se desarrolla a lo largo de 500 km, paralela a la costa pacífica, posee la característica de tener su cresta a una altitud de 2000 m, sin embargo, cuenta con algunas elevaciones que sobrepasan los 3000 msnm, localizadas en el sector occidental y que constituyen las cumbres más elevadas de la entidad guerrerense.

El relieve del municipio de Iliatenco está compuesto por zonas accidentadas, de zonas semiplanas y en zonas planas. Las alturas de su orografía varían de 1,000 a 3,000 metros sobre el nivel del mar. Destacan el cerro Iliatenco, entre otros. Asimismo, presenta dos topoformas, principalmente la sierra alta compleja con el 59.46% y sierra baja compleja con el 40.54%.

En cuanto al municipio de Malinaltepec su relieve está compuesto en 70 por ciento de zonas accidentadas, 15 por ciento de zonas semiplanas y el 15 por ciento de zonas planas.

Las alturas de su orografía varían de 1,000 a 3,000 metros sobre el nivel del mar. Destacan los cerros: Zopitepec, la Luciérnaga, Iliatenco, Santiago, Soledad, Telpezahuac de las Hierbas y Cenizas, entre otros. En este mismo talante se presentan tres topoformas en el territorio, en su mayoría sierra alta compleja con el 78.83%, le sigue la sierra baja compleja con el 15.72% y la topoforma de menor proporción se trata del cañón típico con el 5.45%.

Dentro del Sistema Ambiental Regional prevalece la sierra alta compleja en un 100.00%, lo cual es congruente con la topografía tan compleja de la provincia de la Sierra Madre del Sur. Los datos anteriormente mencionados se pueden verificar en la siguiente tabla e imagen:

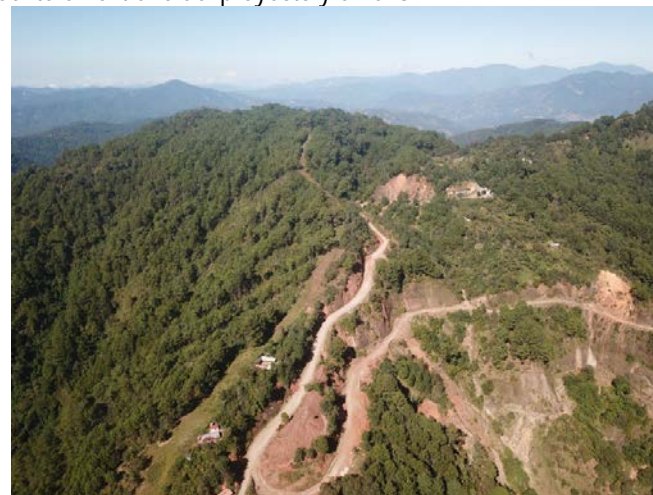
**Tabla IV. 7. Topoformas del Sistema Ambiental Regional.**

Entidad	Nombre	Descripción	Porcentaje (%)
Sistema de topoformas	Sierra	Sierra alta compleja	100.00%
Total			100.00%

FUENTE: INEGI, 2010.

Mientras el trazo del proyecto que va del km 0+000 al km 5+000 atraviesa solamente sierra alta compleja. Es decir, se localizan líneas de montañas, las cuales tienen altitudes que oscilan entre los 1753 msnm y los 1960 msnm, con elevación promedio de 1865 msnm, las cuales corresponden con sierra alta compleja. Esto se puede confirmar en las siguientes fotografías:

Imagen IV. 15. Fotografías de la geomorfología presente en el trazo del proyecto y en el SAR.



En las fotografías aéreas capturadas mediante vehículo aéreo no tripulado (dron), se puede observar claramente la topología que prevalece en el SAR y el trazo del proyecto, con sierras altas complejas, geomorfología congruente con la complejidad de la Provincia Fisiográfica de la Sierra Madre del Sur.

Imagen IV. 16. Fotografías de los cortes presentes en el trazo del proyecto y en el SAR.



FUENTE: SECIRA, 2019

#### IV.2.2.1.3 GEOLOGIA

El material geológico en el estado de Guerrero es de origen predominantemente sedimentario (35.8%), le sigue el metamórfico (28.62%), la ígnea extrusiva (23.54%), la ígnea intrusiva (8.02%) y el suelo con 4.02%, de la superficie estatal.

En el municipio de Iliatenco se presentan únicamente rocas ígneas intrusiva de tipo granito-granodiorita del Terciario sobre las que las zonas urbanas han cubierto un 0.15% del total del municipio. En la siguiente tabla se pueden verificar estos datos con mayor detalle:

**Tabla IV. 8.** Geología del Municipio de Iliatenco.

Periodo	Clase	Tipo	Porcentaje (%)
Terciario	Ígnea	Ígnea intrusiva: granito-granodiorita	99.85%
No aplica	No aplica	Zona urbana	0.15%
Total			100.00%

FUENTE: INEGI, 2010.

En lo referente al municipio de Malinaltepec se presentan distintos tipos de rocas de distintos períodos, es decir una gran variedad de litología. Siendo la de mayor predominancia los esquistos con el 62.99%, seguido de los granito-granodiorita con el 33.15%. Para mayor detalle se muestra la siguiente tabla:

**Tabla IV. 9.** Geología del Municipio de Malinaltepec.

Periodo	Clase	Tipo	Porcentaje (%)
No aplica	Metamórfica	Esquisto	62.99%
Terciario	Ígnea	Granito-granodiorita	33.15%
Jurásico	Metamórfica	Gneis	2.57%
Cuaternario	Suelo	Aluvial	0.86%
Oligoceno-Mioceno-Terciario	Ígnea	Dacita-toba ácida	0.32%
No aplica		Zona urbana	0.11%
Total			100.00%

FUENTE: INEGI, 2010.

Geológicamente, el Sistema Ambiental Regional presenta en su mayoría rocas del Cenozoico y en una pequeña porción rocas del Paleozoico, es decir de hace más de 250 millones de años.

La clase de rocas mayormente presentes en el SAR son las rocas ígneas intrusivas con el 95.22% que representan 1096.00 hectáreas, es decir por granitos y el restante 4.78% (55.04 hectáreas) está cubierto por rocas metamórficas del Paleozoico, específicamente por esquistos.

**Tabla IV. 10.** Geología del Municipio de SAR.

CLAVE	CLASE	TIPO	ERA	SISTEMA	ÁREA(HAS)	PORCENTAJE (%)
P(E)	Metamórfica	Esquisto	Paleozoico	N/D	55.04	4.78%
T(Igía)	Ígnea intrusiva	Ígnea intrusiva ácida	Cenozoico	Terciario	1096.00	95.22%
TOTAL					1151.04	100.00%

FUENTE: INEGI, 2010.

### **Granito**

El Granito es una roca ígnea ácida de grano grueso, compuesto principalmente por cuarzo, feldespatos y algo de mica con algunos otros componentes secundarios. El granito se forma por la cristalización lenta del magma, debajo de las cadenas montañosas que se encuentran en proceso de elevación, ocasionado por los intensos movimientos de la corteza terrestre. Las grandes masas graníticas se llaman Batolitos. Las inclusiones menores forman diques, generalmente, de textura fina. La Pelmatita es de composición similar al granito pero posee cristales mucho más gruesos. El granito es muy importante como roca estructuralmente sana, dura y relativamente resistente a la descomposición.

El tipo de roca que se encuentra en menor cantidad en el Sistema Ambiental se trata de rocas que han sufrido un metamorfismo más intenso. Presentan una estructura foliada más deformada que se denomina esquistosidad. Los fósiles que pudiera tener la roca original desaparecen durante el proceso metamórfico, es decir se trata de esquistos. Este tipo de roca no se encuentra a lo largo del total del trazo del proyecto.

En la siguiente tabla e imagen se puede observar las superficies de la geología del SAR, asimismo, se puede corroborar que el trazo del proyecto únicamente se asienta sobre rocas ígneas intrusivas de tipo granito.

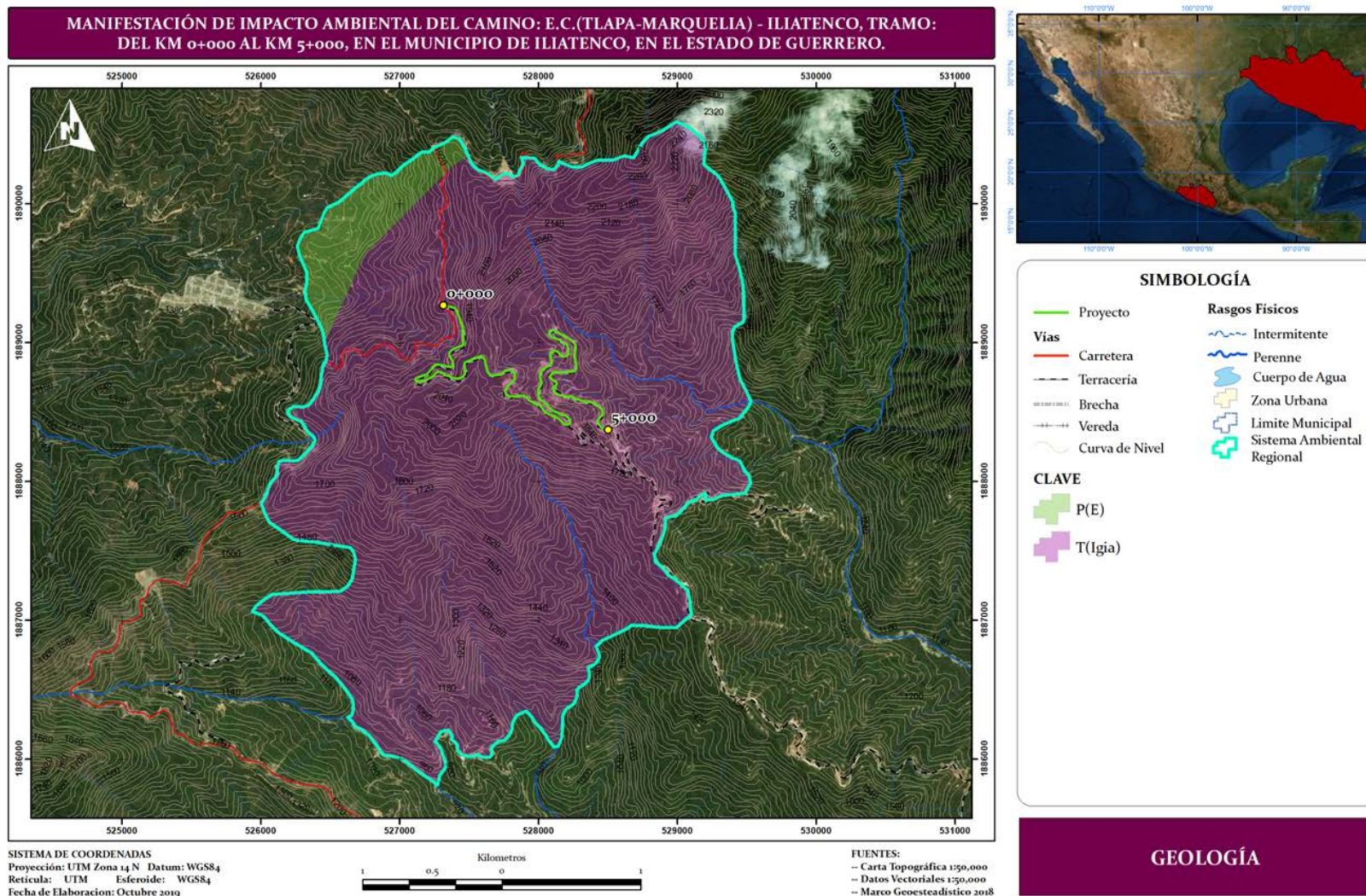
**Imagen IV. 17.** Fotografías de los Esquistos en cortes presentes en el área de estudio.





Fuente: SECIRA, 2019.

Imagen IV. 18. Tipos de roca en el área del SAR y del proyecto



Fuente: SECIRA, 2019.

### Geología estructural y tectónica

La geología estructural, estudia la estructura de la corteza terrestre o de una determinada región, así como el reconocimiento de las estructuras tectónicas en un sector (fallas, diaclasas)

En geología, una falla es una fractura o zona de fracturas a lo largo de la cual ha ocurrido un desplazamiento relativo de los bloques paralelos a la fractura (Bates y Jackson, 1980). Esencialmente, una falla es una discontinuidad que se forma debido a la fractura de grandes bloques de rocas en la Tierra cuando las fuerzas tectónicas superan la resistencia de las rocas. El movimiento causante de esa dislocación puede tener diversas direcciones: vertical, horizontal o una combinación de ambas.

En este sentido es importante realizar un análisis para conocer si existen o no estructuras tectónicas de este tipo dentro del SAR y área del proyecto. El resultado del análisis cartográfico indica que no hay ningún tipo de estructura tectónica tales como fallas o fractures que crucen el área del proyecto, sin embargo, a continuación, se describe la entidad más cercana a este.

**Tabla IV. 11.** Fallas y/o fracturas del área de estudio

Entidad	Tipo	Dirección	Des_bloque	Representa	Longitud	Distancia al área del proyecto
Fractura	No aplica	Norte-Sur	No aplica	Definida	10,828.069 km	10.3 Km

Fuente: Elaboración propia, datos INEGI Continuo Nacional escala 1:1 000 000 (Fallas y fracturas).

**Falla normal.** Este tipo de fallas se generan por tensión horizontal. Las fuerzas inducidas en la roca son perpendiculares al acimut de la falla (línea de ruptura superficial), y el movimiento es predominantemente vertical respecto al plano de falla, el cual típicamente tiene un ángulo de 60 grados respecto a la horizontal. El bloque que se encuentra por encima del plano de la falla se denomina techo, y se desliza hacia abajo; mientras que el bloque que se encuentra por debajo del plano de la falla se denomina piso, y asciende.

### **Sismicidad**

Un sismo es un fenómeno que se produce por un rompimiento repentino de la cubierta rígida del planeta llamada corteza terrestre. Como consecuencia se producen vibraciones que se propagan en todas direcciones y que se perciben como una sacudida o un balanceo con duración e intensidad variables (CENAPRED, 2007). La República Mexicana se localiza en una de las zonas sísmicas más activas del mundo, el Cinturón de Fuego del Pacífico, cuyo nombre se debe al alto grado de sismicidad que resulta de la movilidad de cuatro placas tectónicas: Norteamericana, Cocos, Rivera y del Pacífico (CENAPRED, 2007). La generación de los temblores más importantes en México por su magnitud y frecuencia se debe, básicamente, a dos tipos de movimientos entre placas: de subducción y desplazamiento lateral. El primero se da a lo largo de la porción costera entre Jalisco y Chiapas donde las placas de Rivera y Cocos penetran por debajo de la Norteamericana.

Por otra parte, entre la placa del Pacífico y la Norteamericana se observa un desplazamiento lateral; a diferencia de la subducción, es visible en la superficie del terreno, esto se verifica en la parte norte de la península de Baja California y a lo largo del Estado de California, en los Estados Unidos de América (CENAPRED, 2007). En el siglo pasado, ocurrieron 71 sismos de gran intensidad los que causaron daños materiales y víctimas. La tercera parte de la población de la República Mexicana vive en zonas de alto y muy alto peligro sísmico, coincidiendo con los Estados de mayor índice de marginación (Guerrero, Oaxaca y Chiapas). La zona con mayor potencial sísmico en el país se localiza en lo largo de la Costa del Estado de Guerrero, donde se estima podría ocurrir uno o dos terremotos de magnitud ocho. La alta densidad poblacional y los estratos geológicos de débil resistencia son las zonas susceptibles de ser impactadas violentamente por los sismos. La República Mexicana se encuentra dividida en cuatro zonas sísmicas. Esto se realizó con fines de diseño antisísmico. Para realizar esta división se utilizaron los catálogos de sismos de la República Mexicana desde inicios de siglo, grandes sismos que aparecen en los registros históricos y los registros de aceleración del suelo de algunos de los grandes temblores ocurridos en este siglo. Estas zonas son un reflejo de que tan frecuentes son los sismos en las diversas regiones y la máxima aceleración del suelo a esperar durante un siglo. La zona A es una zona donde no se tienen registros



históricos de sismos, no se han reportado sismos en los últimos 80 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10% de la aceleración de la gravedad a causa de temblores. La zona D es una zona donde se han reportado grandes sismos históricos, donde la ocurrencia de sismos es muy frecuente y las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar el 70% de la aceleración de la gravedad. Las otras dos zonas (B y C) son zonas intermedias, donde se registran sismos no tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo. El mapa que aparece en la siguiente imagen se generó del Manual de diseño de Obras Civiles (Diseño por Sismo) de la Comisión Federal de Electricidad (SGM, 2014).

Uno de los aspectos geólogo-geofísico importante del estado de Guerrero, es su posición en el marco regional de la zona de interacción entre las placas Norteamericana y Cocos Sur, bajo un mecanismo litosférico de subducción, altamente generador de sismicidad. Los temblores de gran magnitud se han presentado con epicentros en las costas de Michoacán, Guerrero y Oaxaca, principalmente de entre 7.0 - 8.0 grados Richtre.

En el 2004, se registraron en total 315 sismos, de los cuales 192 fueron de 3 grados; 119 de 4 grados; y 3 de 5 grados. De las comunidades afectadas por los fenómenos geológicos, en el período 2003-2004, se registró mayor incidencia en el municipio Metlatónoc, Chilpancingo, Tlapa, Taxco y Chilapa. Y otras que le siguen en afectación son los municipios de Teloloapan, Tecpan, Alpoyeca, San Miguel Totoloapan y Alcozauca.

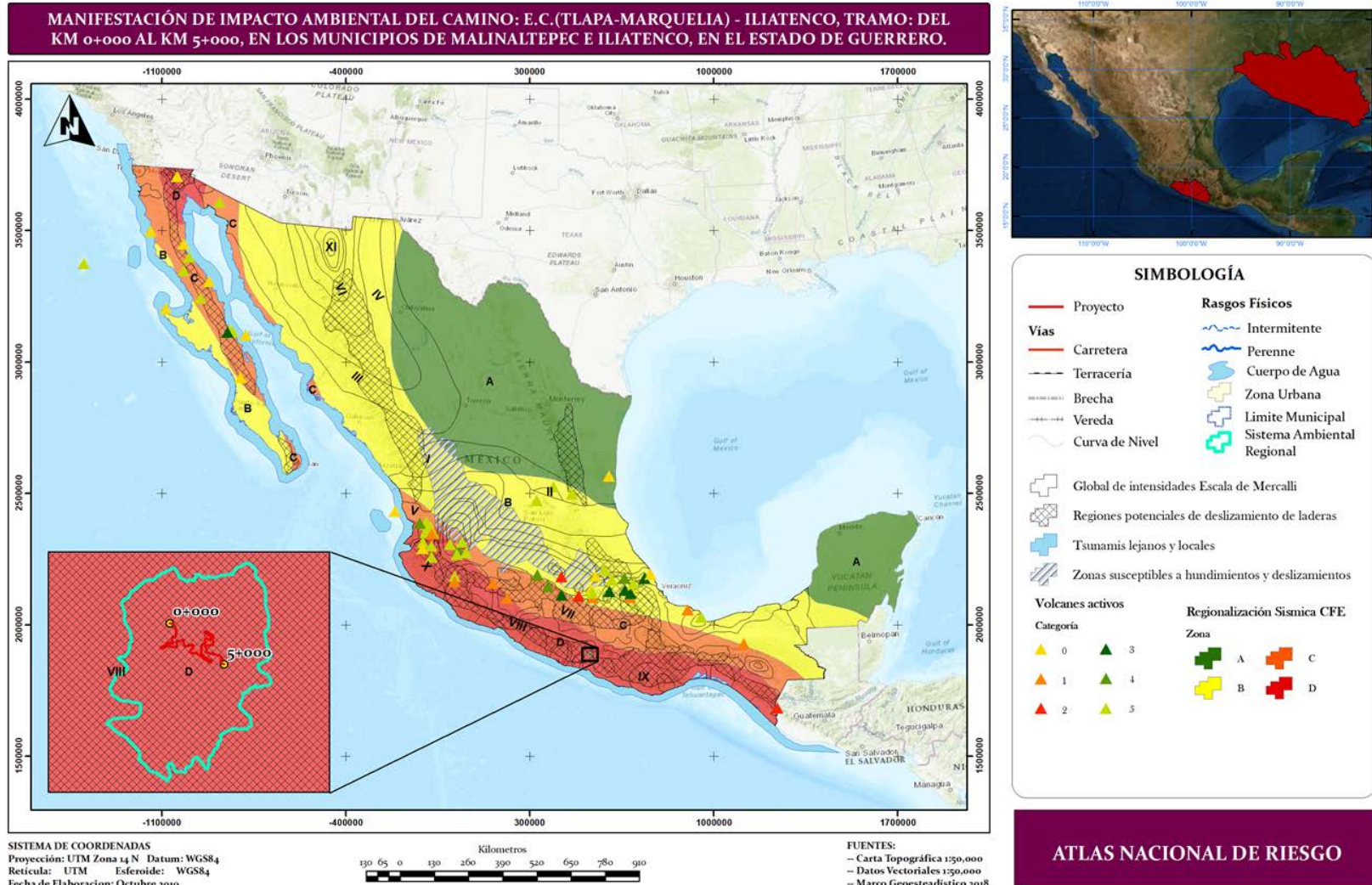
Como se puede observar en la siguiente imagen el trazo del proyecto, así como el SAR se asientan sobre la zona D, en la cual se han registrado grandes sismos históricos, donde la ocurrencia de sismos es muy frecuente y las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar el 70% de la aceleración de la gravedad.

**Tabla IV. 12. Regionalización sísmica según su aceleración de roca.**

Aceleración máxima en roca, $a_0^r$ (cm/s <sup>2</sup> ), correspondiente al nivel de referencia ER	Zona	Intensidad sísmica
$a_0^r \geq 200$	D	Muy Alta
$100 \leq a_0^r < 200$	C	Alta
$50 \leq a_0^r < 100$	B	Moderada
$a_0^r < 50$	A	Baja

Fuente: CFE 2015

Imagen IV. 19. Región sísmica a la que pertenece el área del proyecto



Fuente: SECIRA, 2019.

#### IV.2.2.1.4. SUELOS

El Estado de Guerrero presenta una gran variedad de suelos, sin embargo, dos tipos de suelos predominan en la superficie de la entidad, esto es, el regosol que cubre aproximadamente un 35%, mientras los litosoles cubren aproximadamente un 25% del estado.

En lo que se refiere al municipio de Iliatenco, al cual pertenece una sección del Sistema Ambiental Regional del trazo carretero presenta en su mayoría regosoles con un 99.80%, le sigue el phaeozem con 0.74% y la zona urbana abarca un 0.15%. Esto se puede observar en la siguiente tabla:

**Tabla IV. 13.** Edafología presente en el Municipio de Iliatenco.

SUELO	PORCENTAJE
Regosol	99.80%
Phaeozem	0.05%
Zona urbana	0.15%
TOTAL	100.00%

Fuente: INEGI, 2010.

Malinaltepec, el otro municipio al cual pertenece el Sistema Ambiental, presenta características similares a Iliatenco, en el que dominan los suelos someros y poco desarrollados, lo cual dificulta su aprovechamiento agrícola y aumenta su vulnerabilidad a la erosión con los Regosoles que ocupan un 88.53%. A continuación, se presentan los Leptosoles que también son suelos someros y jóvenes no aptos para la agricultura, cubriendo un 10.16% del municipio. Phaeozem ocupa un 0.88%, los cuales son suelos con mayor fertilidad que los dos anteriores. Enseguida se ubican los Cambisoles con el 0.23% y la zona urbana con 0.09%. Los datos se pueden verificar en la siguiente tabla:

**Tabla IV. 14.** Edafología presente en el Municipio de Malinaltepec.

SUELO	PORCENTAJE
Regosol	88.53%
Leptosol	10.16%
Phaeozem	0.88%
Cambisol	0.23%
Zona urbana	0.11%
No aplica	0.09%
TOTAL	100.00%

Fuente: INEGI, 2010.

En México, los Regosoles tienen sus mayores extensiones en la Sierra Madre Occidental y del Sur y en la Península de Baja California. Las variantes más comunes en el territorio son los **Regosoles** eútricos y calcáricos que se caracterizan por tener una capa ócrica, que cuando se retira la vegetación, se vuelve dura y costrosa lo que impide la penetración del agua hacia el subsuelo y dificulta el establecimiento de las plantas. Esta combinación (escasa cubierta vegetal y baja infiltración de agua al suelo) favorece la escorrentía superficial, y con ello, la erosión.

Los **Leptosoles** al igual que los Regosoles se consideran poco aptos para la agricultura o la ganadería. Se trata de suelos someros y poco desarrollados. 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 (1 655 millones de hectáreas; IUSS, 2007) y están asociados a sitios de compleja orografía, lo que explica su amplia distribución en México. Estos suelos se encuentran en todos los tipos climáticos (secos, templados, húmedos), y son particularmente comunes en las zonas montañosas y en planicies calizas superficiales, como las de la Península de Yucatán. Su potencial agrícola está limitado por su poca profundidad y alta pedregosidad, lo que los hace difíciles de trabajar. Aunado a ello, el calcio que contienen puede inmovilizar los nutrientes minerales, por lo que su uso agrícola es limitado si no se utilizan técnicas apropiadas, por ello, es preferible mantenerlos con la vegetación original.

Los **Cambisoles** se caracterizan por meteorización ligera a moderada del material parental y por ausencia de cantidades apreciables de arcilla aluvial, materia orgánica, compuestos de Aluminio y/o Hierro. Los Cambisoles también abarcan suelos que no cumplen una o más características de diagnóstico de otros Grupos de Suelos de Referencia, incluyendo los altamente meteorizados.

Los **Phaeozems** acomodan suelos de pastizales relativamente húmedos y regiones forestales en clima moderadamente continental. Los Phaeozems son muy parecidos a Chernozems y Kastanozems pero están más intensamente lixiviados. Consecuentemente, tienen horizonte superficial oscuro, rico en humus que, en comparación con Chernozems y Kastanozems, son menos ricos en bases. Los Phaeozems pueden o no tener carbonatos secundarios, pero tienen alta saturación con bases en el metro superior del suelo.

En el Sistema Ambiental Regional prevalece el suelo de tipo **Regosol** (100.00%), este tipo de suelos son considerados como muy jóvenes, generalmente resultado del depósito reciente de roca y arena acarreadas por el agua; de ahí que se encuentren sobre todo a pie de las sierras, donde son acumulados por los ríos que descienden de la montaña cargados de sedimentos. Las extensiones más vastas de estos suelos en el país se localizan cercanas a la Sierra Madre Occidental y del Sur (como en este caso). Las variantes más comunes en la República Mexicana son los regosoles eútricos y calcáricos, que se caracterizan por estar recubiertos por una capa conocida como "ócrica" que, al ser retirada la vegetación, se vuelve dura y costrosa impidiendo la penetración de agua hacia el subsuelo. La consecuente sequedad y dureza del suelo es desfavorable para la germinación y el establecimiento de las plantas. El agua al no poder penetrar al suelo corre por la superficie provocando erosión. Los calcisoles se distinguen por presentar una capa dura de "caliche" (precálicos) a menos de un metro de profundidad, una gran cantidad de calcio y, a menudo, una capa ócrica, características que los convierten en suelos secos e infértiles. Los calcisoles se desarrollan bajo climas áridos, por lo que se les encuentra fundamentalmente en el Desierto Chihuahuense.

Los tipos de suelo que se encuentran dentro del Sistema Ambiental se pueden verificar en la siguiente tabla e imagen:

**Tabla IV. 15.** Edafología presente en el Sistema Ambiental Regional.

Clave WRB	Suelo 1	Subsuelo 1	Suelo 2	Subsuelo 2	Suelo 3	Subsuelo 3	Textura	Fase física	Área (has)	Porcentaje (%)
Re+Bd+I/2/P	Regosol	Eútrico	Cambisol	dastrico	Litosol	N/A	Media	Pedregosa	540.12	46.92%
Re+Lc+I/2	Regosol	Eútrico	Luvisol	crvmico	Litosol	N/A	Media	NINGUNO	610.92	53.08%
<b>Total</b>									1151.04	100.00%

Fuente: IUSS Grupo de Trabajo WRB., 2007.

### Clave para los Grupos de Suelos de Referencia (GSR).

La Clave para los GSR en la WRB deriva de la Leyenda del Mapa de Suelos del Mundo. La historia detrás de la Clave para la Unidades Principales de Suelos del Mapa de Suelos del Mundo revela que está basada principalmente en la funcionalidad; la Clave fue concebida para derivar la clasificación correcta lo más eficientemente posible. La secuencia de Unidades Principales de Suelos era tal que el concepto central de los principales suelos aparecía casi automáticamente especificando brevemente un número limitado de horizontes, propiedades o materiales de diagnóstico.

La siguiente tabla proporciona una apreciación general y lógica para la secuencia de GSR en la Clave de la WRB. Los GSR se asignan a conjuntos sobre la base de *identificadores dominantes*, es decir los factores o procesos formadores de suelos que más claramente condicionan la formación del suelo. El secuenciamiento de los grupos se hace de acuerdo a los siguientes principios:

1. Primero salen de la clave los suelos orgánicos para separarlos de los suelos inorgánicos (*Histosoles*).
2. La segunda diferencia principal en la WRB es reconocer la *actividad humana* como un factor formador de suelos, de ahí la posición de los *Antrosoles* y *Tecnosoles* después de los *Histosoles*, también parece lógico que sigan los recientemente introducidos *Tecnosoles* cerca del principio de la Clave, por las siguientes razones:
  - se puede separar suelos que no deberían tocarse (suelos tóxicos que deberían ser manipulados por expertos);
  - se obtiene un grupo homogéneo de suelos en *materiales extraños*;
  - los políticos y tomadores de decisiones que consulten la Clave van a encontrar inmediatamente estos suelos problemáticos.
3. Luego siguen los suelos con limitación severa para enraizamiento (*Criosoles* y *Leptosoles*).
4. Luego sigue un conjunto de GSR que están o han estado fuertemente influenciados por agua: *Vertisoles*, *Fluvisoles*, *Solonetz*, *Solonchaks* y *Gleysoles*.
5. El conjunto siguiente de suelos agrupa los GSR en los cuales la química del hierro (Fe) y/o aluminio (Al) juega un rol principal en su formación: *Andosoles*, *Podzoles*, *Plintosoles*, *Nitisoles* y *Ferralsoles*.
6. Luego sigue un conjunto de suelos con agua "colgada": *Planosoles* y *Stagnosoles*.
7. El agrupamiento siguiente comprende suelos que ocurren principalmente en regiones de estepa y tienen un suelo superficial rico en humus y alta saturación con bases: *Chernozems*, *Kastanozems* y *Phaeozems*.
8. El conjunto siguiente comprende suelos de regiones secas con acumulación de yeso (*Gipsisoles*), sílice (*Durisoles*) o carbonato de calcio (*Calcisoles*).
9. Luego sigue un conjunto de suelos con un subsuelo rico en arcilla: *Albeluvisoles*, *Alisoles*, *Acrisoles*, *Luvisoles* y *Lixisoles*.
10. Finalmente se agrupan juntos suelos relativamente jóvenes con muy poco o ningún desarrollo de perfil, o arenas muy homogéneas: *Umbrisoles*, *Arenosoles*, *Cambisoles* y *Regosoles*.

**Tabla IV. 16.** Clave Racionalizada para los Grupos de Suelos de Referencia de la WRB.

1. Suelos con gruesas capas orgánicas:	Histosoles
2. Suelos con fuerte influencia humana Suelos con uso agrícola prolongado e intensivo: Suelos que contienen muchos artefactos:	Antrosoles Tecnosoles
3. Suelos con enraizamiento limitado debido a permafrost o rocosidad somera Suelos afectados por hielo: Suelos someros o extremadamente gravillosos:	Crisosoles Leptosoles
4. Suelos influenciados por agua Condiciones alternadas de saturación-sequía, ricos en arcillas expandibles: Planicies de inundación, marismas costeras: Suelos alcalinos: Enriquecimiento en sales por evaporación: Suelos afectados por agua subterránea:	Vertisoles Fluvisoles Solonetz Solonchaks Gleysoles
5. Suelos regulados por la química de Fe/Al Alofano o complejos Al-humus: Queluviación y quiluviación: Acumulación de Fe bajo condiciones hidromórficas: Arcilla de baja actividad, fijación de P, fuertemente estructurado: Dominancia de caolinita y sesquióxidos:	Andosoles Podzoles Plintosoles Nitisoles Ferralsoles
6. Suelos con agua estancada Discontinuidad textural abrupta: Discontinuidad estructural o moderadamente textural:	Planosoles Stagnosoles
7. Acumulación de materia orgánica, alta saturación con bases Típicamente mólico: Transición a clima más seco: Transición a clima más húmedo:	Chernozems Kastanozems Phaeozems
8. Acumulación de sales menos solubles o sustancias no salinas Yeso: Sílice: Carbonato de calcio:	Gipsisoles Durisoles Calcisoles
9. Suelos con subsuelo enriquecido en arcilla Lenguas albelúvicas: Baja saturación con bases, arcillas de alta actividad: Baja saturación con bases, arcillas de baja actividad: Alta saturación con bases, arcilla de alta actividad: Alta saturación con bases, arcilla de baja actividad:	Albeluvisols Alisoles Acrisols Luvisols Lixisoles
10. Suelos relativamente jóvenes o suelos con poco o ningún desarrollo de perfil Con suelo superficial oscuro ácido: Suelos arenosos: Suelos moderadamente desarrollados: Suelos sin desarrollo significativo de perfil:	Umbrisols Arenosols Cambisoles Regosoles

Fuente: IUSS Grupo de Trabajo WRB., 2007.

### EL NIVEL DE CALIFICADOR.

En la WRB se distingue entre calificadores típicamente asociados, integrados y otros calificadores. Los calificadores **típicamente asociados** se refieren en la Clave al GSR particular, por ejemplo, Hidrágrico o Plágrico para los Antrosoles. Los calificadores **integrados** son aquellos que reflejan criterios de diagnóstico importantes de otro GSR. La Clave de la WRB dicta la elección del GSR y en ese caso, el calificador integrado proporciona el puente hacia otro GSR. Otros calificadores son aquellos que no están típicamente asociados y no transicionan hacia otro GSR. Este grupo refleja características tales como color, saturación con bases, y otras propiedades físicas y químicas siempre que no sean utilizadas como un calificador típicamente asociado a ese grupo particular.

**Principios y uso de calificadores en la WRB** Se usa un sistema de dos rangos para el nivel de calificadores, que comprende:

- **Calificadores grupo I:** *calificadores típicamente asociados y calificadores integrados*; la secuencia de los calificadores integrados sigue la de los GSR en la Clave de la WRB, con la excepción de los Arenosoles; este integrado se ordena

con los calificadores grupo II texturales (ver más abajo). Háptico cierra la lista de calificadores grupo I, indicando que no aplican calificadores típicamente asociados ni intergrados.

• **Calificadores grupo II:** *otros calificadores*, ordenados como sigue: (1) calificadores relacionados con horizontes, propiedades o materiales de diagnóstico; (2) calificadores relacionados con características químicas; (3) calificadores relacionados con características físicas; (4) calificadores relacionados con características mineralógicas; (5) calificadores relacionados con características superficiales; (6) calificadores relacionados con características texturales, incluyendo fragmentos gruesos; (7) calificadores relacionados con color; y (8) calificadores restantes.

En lo que respecta al trazo del proyecto se presentan ambos tipos de suelo que predominan en el SAR, específicamente del inicio del trazo del proyecto en el km 4+100 al km 5+060 se presentan Leptosoles en clima semicálido subhúmedo (A)C(w1) en rocas metamórficas de tipo esquisto sobre las que se asienta agricultura de temporal anual, para la cual no es apto este tipo de suelo, y a partir del km 5+060 al final en el km 15+000 se ubican los Regosoles en dos tipos de clima, es decir cálido subhúmedo Awo, al principio y posteriormente el clima semiárido cálido en rocas metamórficas de tipo esquisto sobre los que se asienta la agricultura de temporal anual y a partir del km 11+970 se localiza la vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia.

## DESCRIPCIÓN DE LOS TIPOS DE SUELO EN EL TRAZO DEL PROYECTO.

### Regosol

#### Grupo I (Re)

##### Regosoles

Los Regosoles forman un grupo remanente taxonómico que contiene todos los suelos que no pudieron acomodarse en alguno de los otros Grupo de Suelos de Referencia. En la práctica, los Regosoles son suelos minerales muy débilmente desarrollados en materiales no consolidados que no tienen un horizonte *mólico* o *úmbrico*, no son muy someros ni muy ricos en gravas (*Leptosoles*), arenosos (*Arenosoles*) o con materiales *flúvicos* (*Fluvisoles*). Los Regosoles están extendidos en tierras erosionadas, particularmente en áreas áridas y semiáridas y en terrenos montañosos. Se trata de suelos débilmente desarrollados en material no consolidado, de material no consolidado de grano fino.

**Clase textural media.** Suelos con equilibrio de arcilla, limo y arena.

**Fase física.** Pedregosa.

Este tipo de suelo presenta una asociación con otros suelos, específicamente el Sistema Ambiental Regional, esto es, con los Cambisoles, los Leptosoles y los Luvisoles.

Los **Cambisoles** cubren un área estimada de 1 500 millones hectáreas a nivel mundial. Este Grupo de Suelos de Referencia (GSR) está particularmente bien representado en regiones templadas y boreales que estuvieron bajo la influencia de glaciaciones durante el Pleistoceno, parcialmente porque el material parental del suelo todavía es joven, pero también porque la formación del suelo es lenta en regiones frescas. Los ciclos de erosión y depósito explican la ocurrencia de Cambisoles en regiones montañosas. Los Cambisoles también ocurren en regiones secas, pero son menos comunes en los trópicos y subtropicos húmedos donde la meteorización y formación del suelo proceden a mayor velocidad que en las zonas templadas, boreales y secas. Las planicies aluviales jóvenes y terrazas del sistema Ganges-Brahmaputra probablemente son la mayor superficie continua de Cambisoles en los trópicos. Los Cambisoles también son comunes en áreas con erosión geológica activa, donde pueden ocurrir en asociación con suelos tropicales maduros.

Los **Leptosoles** son suelos muy someros sobre roca continua y suelos extremadamente gravillosos y/o pedregosos. Los Leptosoles son suelos azonales y particularmente comunes en regiones montañosas. Los Leptosoles incluyen los: **Litosoles** del Mapa de Suelos del Mundo. Los Leptosoles se encuentran principalmente en tierras en altitud media o alta con topografía fuertemente disectada. Los Leptosoles se encuentran en todas las zonas climáticas (muchos de ellos en regiones secas cálidas o frías), en particular en áreas fuertemente erosionadas.

Los **Luvisoles** son suelos que tienen mayor contenido de arcilla en el subsuelo que en el suelo superficial como resultado de procesos pedogenéticos (especialmente migración de arcilla) que lleva a un horizonte subsuperficial *árgico*. Los Luvisoles tienen arcillas de alta actividad en todo el *horizonte árgico* y alta saturación con bases a ciertas profundidades. Suelos con una diferenciación pedogenética de arcilla (especialmente migración de arcilla) entre un suelo superficial con menor y un subsuelo con mayor contenido de arcilla, arcillas de alta actividad y una alta saturación con bases a alguna profundidad. Se localizan principalmente tierras llanas o suavemente inclinadas en regiones templadas frescas y cálidas (e.g. Mediterráneas) con estación seca y húmeda marcadas.

En lo que respecta al trazo del proyecto que corre del km 0+000 al km 5+000 se presentan únicamente Regosoles que cubren totalmente el SAR, este suelo somero y joven se asienta en clima semicálido subhúmedo (A)C(w2) en rocas ígneas intrusivas ácidas del Cenozoico de tipo granito sobre las que se asienta bosque de pino-encino, en lo que son las sierras altas complejas de la Sierra Madre del Sur. Esto se puede corroborar en el siguiente mapa:

En las siguientes fotografías se pueden observar distintos cortes presentes a lo largo del trazo del camino, en ellos se aprecia el tipo de suelo que predomina en el SAR, es decir Regosoles, los regosoles están extendidos en tierras erosionadas, como en el caso de la zona de estudio y en terrenos montañosos. Son suelos débilmente desarrollados en material no consolidado. Sobre este tipo de suelo se asienta el bosque de pino-encino.

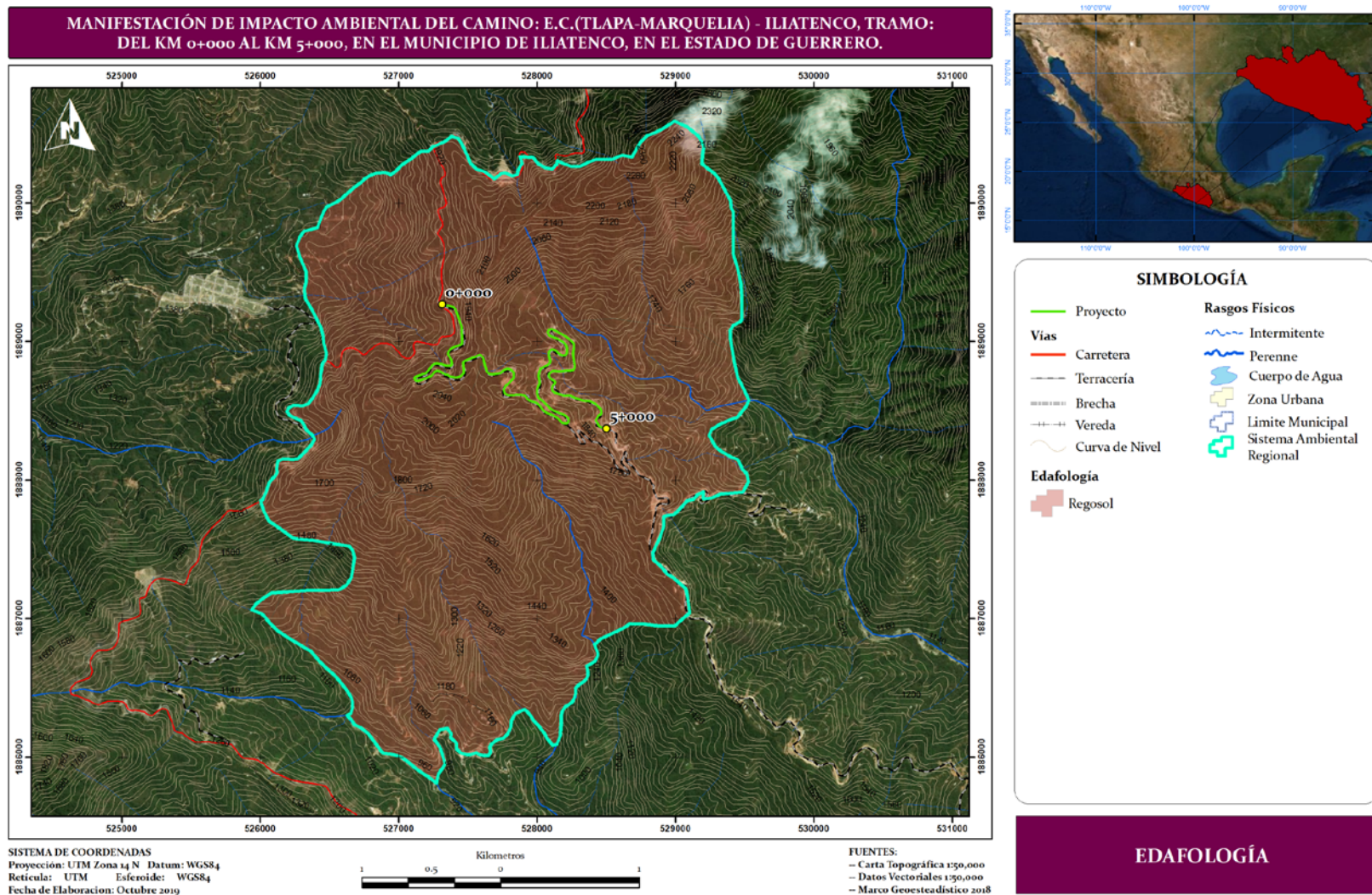


Imagen IV. 20. Fotografías de los suelos presentes en el proyecto.



Fuente: SECIRA, 2019.

Imagen IV. 21. Tipos de suelos en el área del SAR y del proyecto



#### IV.2.2.1.4. AGUA

El país está dividido en 37 regiones hidrológicas, tomando como base la orografía y la hidrografía. Una región hidrológica es un área que posee un relieve y escurrimiento superficial presenta características similares en su drenaje. Para el estado de Guerrero, RH18 Balsas, es la principal y la que ocupa mayor superficie territorial; las otras dos son la RH19 Costa Grande y la RH20 Costa Chica-Río Verde, ubicadas al Sur y Suroeste respectivamente.

Las regiones hidrológicas se subdividen en cuencas y éstas a su vez en subcuencas. El área que les proporciona una parte o la totalidad del flujo de agua de una corriente y sus afluentes es considerada una cuenca, que está delimitada por un parteaguas.

El municipio de Malinaltepec pertenece en su mayoría a la Región Hidrológica de Costa Chica – Río Verde con un 92.52% y en menor superficie a la RH del Balsas con únicamente el 7.48% del municipio. Además, el municipio pertenece a cuatro cuencas hidrológicas. Esto es, a la del Río Papagayo en un 49.85%, a la cuenca Río Nexpa y Otros con un 23.8%, a la del Río Ometepec o Grande con un 18.87% y al Río Tlapaneco con el 7.48%. Asimismo, el municipio pertenece a cinco subcuencas hidrológicas, siendo la de mayor representatividad la del Río Unión con el 49.85%, le sigue la subcuenca de Río Marquelia con el 23.8%, Río Quetzala con un 18.87%, al Río Tlapaneco con el 4.87% y al Río Atlamajac con el 2.61% la menor proporción. Las corrientes perennes de mayor importancia en el municipio son los ríos Atlamajalcingo, De los Ladrones, El Pipe, El Quince, La Víbora, Malinaltepec y Mixtecapa

En lo que respecta al municipio de Iliatenco, pertenece completamente a la Región Hidrológica de Costa Chica – Río Verde. A su vez, le corresponden dos cuencas hidrológicas, esto es, R. Ometepec o Grande con un 97.46% y R. Nexpa y otros con solamente un 2.54%. Además, el municipio pertenece a dos subcuencas, siendo la más representativa la del R. Quetzala con el 97.46% y en menor proporción la del R. Marquelia con tan solo el 2.54%. Finalmente el municipio cuenta con dos corrientes de agua perennes a la del Río Iliatenco y el Río Mixtecapa.

El SAR pertenece a la Región Hidrológica Número 20 Costa Chica de Guerrero, la cual se encuentra localizada en el sureste de la República Mexicana, en la región de la Costa del Estado de Guerrero y parte del Estado de Oaxaca. Esta Región Hidrológica tiene la forma de un pentágono irregular, alargado en el sentido Este-Oeste y se encuentra delimitada al Norte por las regiones hidrológicas número 18 Balsas y 28 Papaloapan, al Sur por el Océano Pacífico y por la Región Hidrológica Número 21 Costa de Oaxaca, al Este por la Subregión Hidrológica Río Tehuantepec y al Oeste por la Región Hidrológica Número 19 Costa Grande de Guerrero. La Región Hidrológica se localiza entre las coordenadas geográficas 15°58'49" y 17°37'22" de Latitud Norte y entre 96°16'36" y 100°04'48.05" de Longitud Oeste.

La Región Hidrológica Número 20 Costa Chica de Guerrero está integrada por las siguientes cuencas hidrológicas: Río Papagayo 1, Río Petaquillas, Río Omitlán, Río Papagayo 2, Río Papagayo 3, Río Papagayo 4, Río Cortés, Río Nexpa 1, Río Nexpa 2, Río Copala, Río Marquelia 1, Río Marquelia 2, Río Quetzala, Río Infiernillo, Río Santa Catarina, Río Ometepec 1, Río Ometepec 2, Río Ometepec 3, Río Cortijos 1, Río Cortijos 2, Río Cortijos 3, Río Cortijos 4, Río Ometepec 4, Río La Arena 1, Río La Arena 2, Laguna de Corralero, Río La Arena 3, Río Atoyac-Salado, Río Atoyac-Tlapacoyan, Río Sordo-Yolotepec, Río Atoyac-Paso de la Reina y Río Verde. La Región Hidrológica Número 20 Costa Chica de Guerrero tiene una extensión de 35,923.39 kilómetros cuadrados, precipitación anual promedio de 1,282 milímetros y escurrimiento medio anual de 18,170.28 millones de metros cúbicos. El área de estudio se integra por 27 de las 32 cuencas hidrológicas de la Región Hidrológica Número 20 Costa Chica de Guerrero.

El sistema hidrológico de esta Región Hidrológica está constituido por los ríos Papagayo, Petaquillas (conocido localmente como Río Huacapa), Omitlán, Nexpa o Tecoaapa, Copala, Marquelia, Ometepec (conocido localmente como Santa Catarina), Cortijo, La Arena, Atoyac y Verde, entre los más importantes.

En lo que se refiere al Sistema Ambiental, pertenece a tres cuencas hidrológicas. Esto es, al noroeste se encuentra la cuenca del Río Papagayo, esta cuenca cubre un 50.09% del SAR que es equivalente a 576.52 hectáreas. Esta cuenca es de tipo exorreica con altitudes máximas en los 3,330 msnm que drena una superficie total 1,543.81 km<sup>2</sup>, tratándose de una cuenca abierta con perímetro igual a 222.08 km. Al noreste se encuentra la cuenca Río Quetzala que abarca un 29.71% del SAR correspondientes con 342.02 hectáreas. Esta cuenca drena una superficie total de 2,047 km<sup>2</sup>, con un perímetro de 261.76 km, esta cuenca es exorreica con altitud máxima de 3,000 msnm, presenta un tipo de drenaje

angulado y abierto. Finalmente, al sur del Sistema Ambiental se localiza la cuenca hidrológica del Río Marquelia la cual tiene mayor representatividad en el SAR. Para esta cuenca, se tiene que, presenta una altitud máxima de 2,000 msnm finalizando su drenaje en el mar, cuenta con una superficie total de drenaje de 1,336 km<sup>2</sup>, y un perímetro de 220.81 km. La siguiente tabla señala las principales características de las cuencas y su representatividad en el SAR.

Tabla IV. 17. Cuencas Hidrológicas del SAR.

TOPÓNIMO	TIPO CUENCA	DE	ALTITUD MÁXIMA	ALTITUD MÍNIMA	DIFERENCIA DE ALTITUD	TIPO DRENAJE	DE	ÁREA (HAS)	PORCENTAJE (%)
Río Papagayo	Exorreica		3330	0	3330	Angulado		232.50	20.20%
Río Quetzala	Exorreica		3000	0	3000	Angulado		342.02	29.71%
Río Marquelia	Exorreica		2000	0	2000	Angulado		576.52	50.09%
TOTAL								1151.04	100.00%

El trazo del proyecto atraviesa por distintos cauces intermitentes que requerirán 32 obras de drenaje, la siguiente imagen muestra el número de obra de drenaje y su ubicación geográfica correspondiente:

Tabla IV. 18. Obras de drenaje del proyecto.

Obra de drenaje	Tipo de Obra	Universal Transversal de Mercator		Coordenadas Geográficas	
		X	Y	Longitud	Latitud
01	Tubo de 1.20 m	527414	1889217	-98° 44' 32.408"	17° 5' 13.833"
02	Tubo de 1.20 m	527456	1889081	-98° 44' 30.993"	17° 5' 9.405"
03	Tubo de 1.20 m	527453	1888984	-98° 44' 31.099"	17° 5' 6.249"
04	Tubo de 1.20 m	527362	1888826	-98° 44' 34.185"	17° 5' 1.111"
05	Tubo de 1.20 m	527301	1888838	-98° 44' 36.248"	17° 5' 1.504"
06	Tubo de 1.20 m	527190	1888772	-98° 44' 40.007"	17° 4' 59.361"
07	Tubo de 1.20 m	527191	1888735	-98° 44' 39.975"	17° 4' 58.157"
08	Tubo de 1.20 m	527378	1888746	-98° 44' 33.647"	17° 4' 58.507"
09	Tubo de 1.20 m	527465	1888833	-98° 44' 30.700"	17° 5' 1.334"
10	Tubo de 1.20 m	527640	1888779	-98° 44' 24.781"	17° 4' 59.569"
11	Tubo de 1.20 m	527820	1888789	-98° 44' 18.690"	17° 4' 59.887"
12	Tubo de 1.20 m	527789	1888616	-98° 44' 19.747"	17° 4' 54.259"
13	Tubo de 1.20 m	528013	1888542	-98° 44' 12.171"	17° 4' 51.841"

14	Tubo de 1.20 m	528152	1888489	-98° 44' 7.470"	17° 4' 50.110"
15	Tubo de 1.20 m	528068	1888545	-98° 44' 10.310"	17° 4' 51.936"
16	Tubo de 1.20 m	528000	1888625	-98° 44' 12.607"	17° 4' 54.542"
17	Tubo de 1.20 m	528015	1888689	-98° 44' 12.097"	17° 4' 56.624"
18	Tubo de 1.20 m	528011	1888769	-98° 44' 12.228"	17° 4' 59.228"
19	Tubo de 1.20 m	528024	1888806	-98° 44' 11.787"	17° 5' 0.431"
20	Tubo de 1.20 m	528093	1888938	-98° 44' 9.446"	17° 5' 4.724"
21	Tubo de 1.20 m	528212	1888968	-98° 44' 5.418"	17° 5' 5.695"
22	Tubo de 1.20 m	528263	1888952	-98° 44' 3.693"	17° 5' 5.172"
23	Tubo de 1.20 m	528263	1888876	-98° 44' 3.697"	17° 5' 2.699"
24	Tubo de 1.20 m	528253	1888795	-98° 44' 4.039"	17° 5' 0.063"
25	Losa de 2.0 x 1.0 m	528083	1888767	-98° 44' 9.792"	17° 4' 59.160"
26	Tubo de 1.20 m	528128	1888706	-98° 44' 8.273"	17° 4' 57.173"
27	Tubo de 1.20 m	528193	1888610	-98° 44' 6.078"	17° 4' 54.046"
28	Tubo de 1.20 m	528233	1888613	-98° 44' 4.724"	17° 4' 54.142"
29	Tubo de 1.20 m	528275	1888593	-98° 44' 3.304"	17° 4' 53.489"
30	Tubo de 1.20 m	528381	1888568	-98° 43' 59.719"	17° 4' 52.671"
31	Tubo de 1.20 m	528437	1888534	-98° 43' 57.825"	17° 4' 51.562"
32	Tubo de 1.20 m	528426	1888430	-98° 43' 58.202"	17° 4' 48.178"

Fuente: SECIRA, 2019.

En seguida se muestran las imágenes y fotografías durante la visita de campo de las obras de drenaje que se tienen contempladas a lo largo del trazo del proyecto:

**Imagen IV. 22.** Fotografías aéreas de las obras de drenaje contempladas para el trazo del proyecto.



Vista superior desde dron de las obras de drenaje  
01 a la 03.



Vista superior desde dron de las obras de drenaje  
04 a la 09.



Vista superior desde dron de la obra de drenaje 10.



Vista superior desde dron de las obras de drenaje  
11 y 12.



Vista superior desde dron de las obras de drenaje  
20 a la 24.



Vista superior desde dron de las obras de drenaje  
13 a la 30.

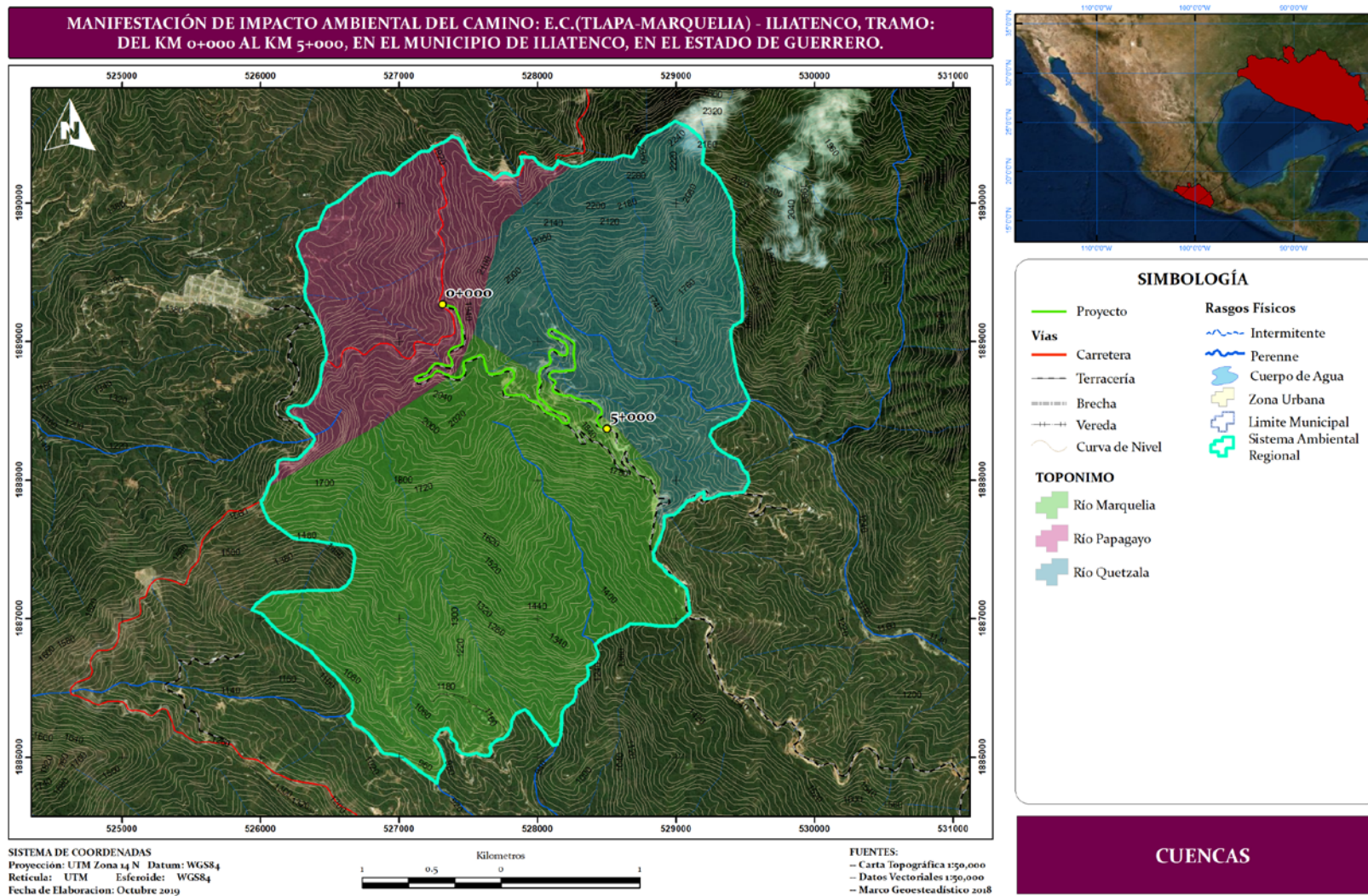
De acuerdo con el Simulador de flujos de agua de cuencas hidrográficas (SIATL) el trazo del proyecto atraviesa por 2 cauces intermitentes, que interceptan con el trazo del proyecto en 5 ocasiones, estos puntos de intersección se pueden observar en la siguiente tabla e imagen. Por ello se realiza un análisis en el SIATL para cada cauce intermitente y al final se realiza un último análisis del Río Tlapaneco que delimita al Sistema Ambiental en su parte oriente.

**Tabla IV. 19.** Cauces intermitentes con que cruza el trazo del proyecto.

Cauce intermitente	Obra de drenaje	Tipo de Obra	Universal Transversal de Mercator		Coordenadas Geográficas	
			X	Y	Longitud	Latitud
01	05	Tubo de 1.20 m	527301	1888838	-98° 44' 36.248"	17° 5' 1.504"
	08	Tubo de 1.20 m	527378	1888746	-98° 44' 33.647"	17° 4' 58.507"
02	10	Tubo de 1.20 m	527640	1888779	-98° 44' 24.781"	17° 4' 59.569"
	20	Tubo de 1.20 m	528093	1888938	-98° 44' 9.446"	17° 5' 4.724"
	24	Tubo de 1.20 m	528253	1888795	-98° 44' 4.039"	17° 5' 0.063"

Fuente: SECIRA, 2019.

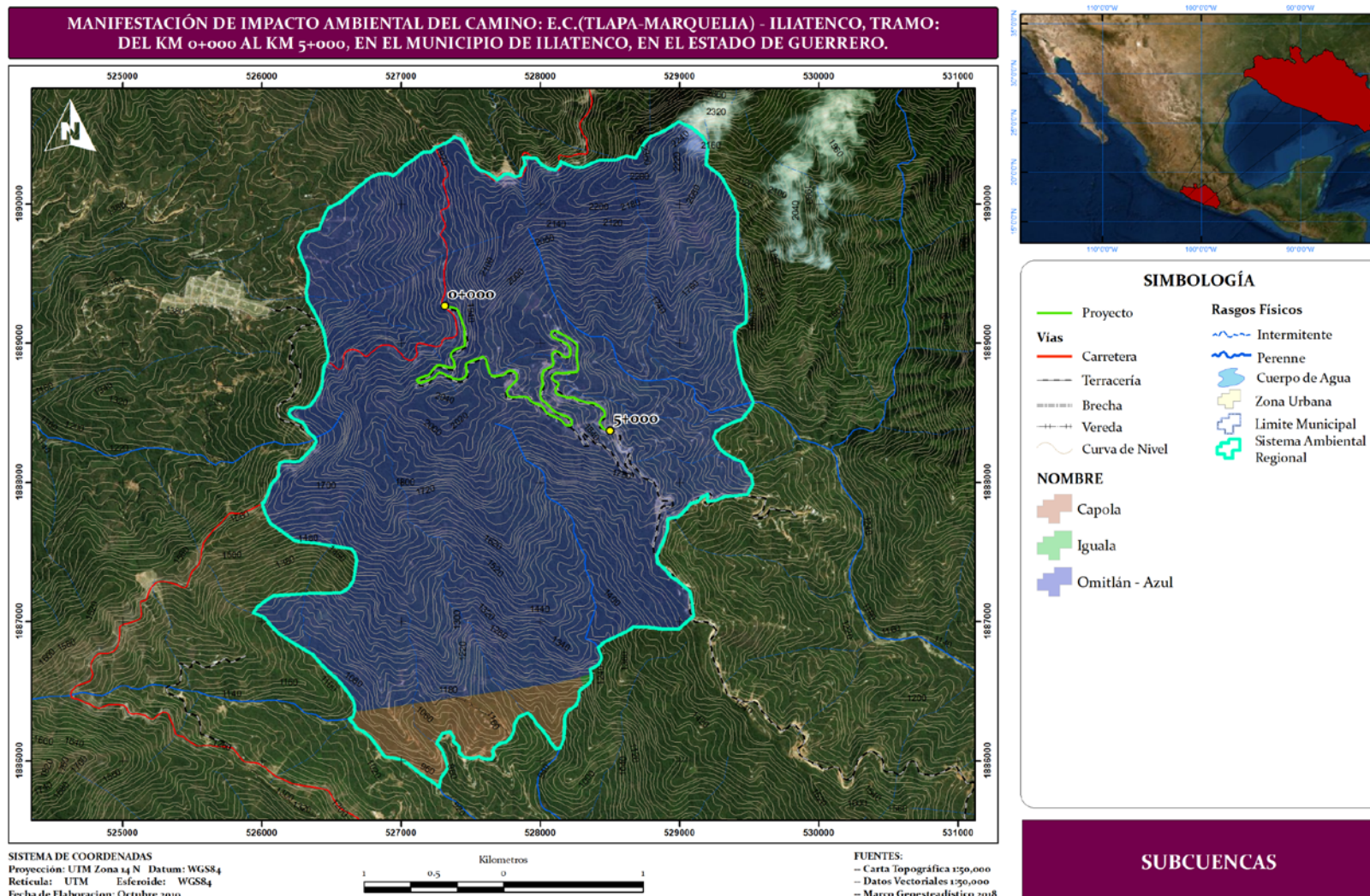
Imagen IV. 23. Cuencas hidrológicas del proyecto.



Fuente: SECIRA, 2019.

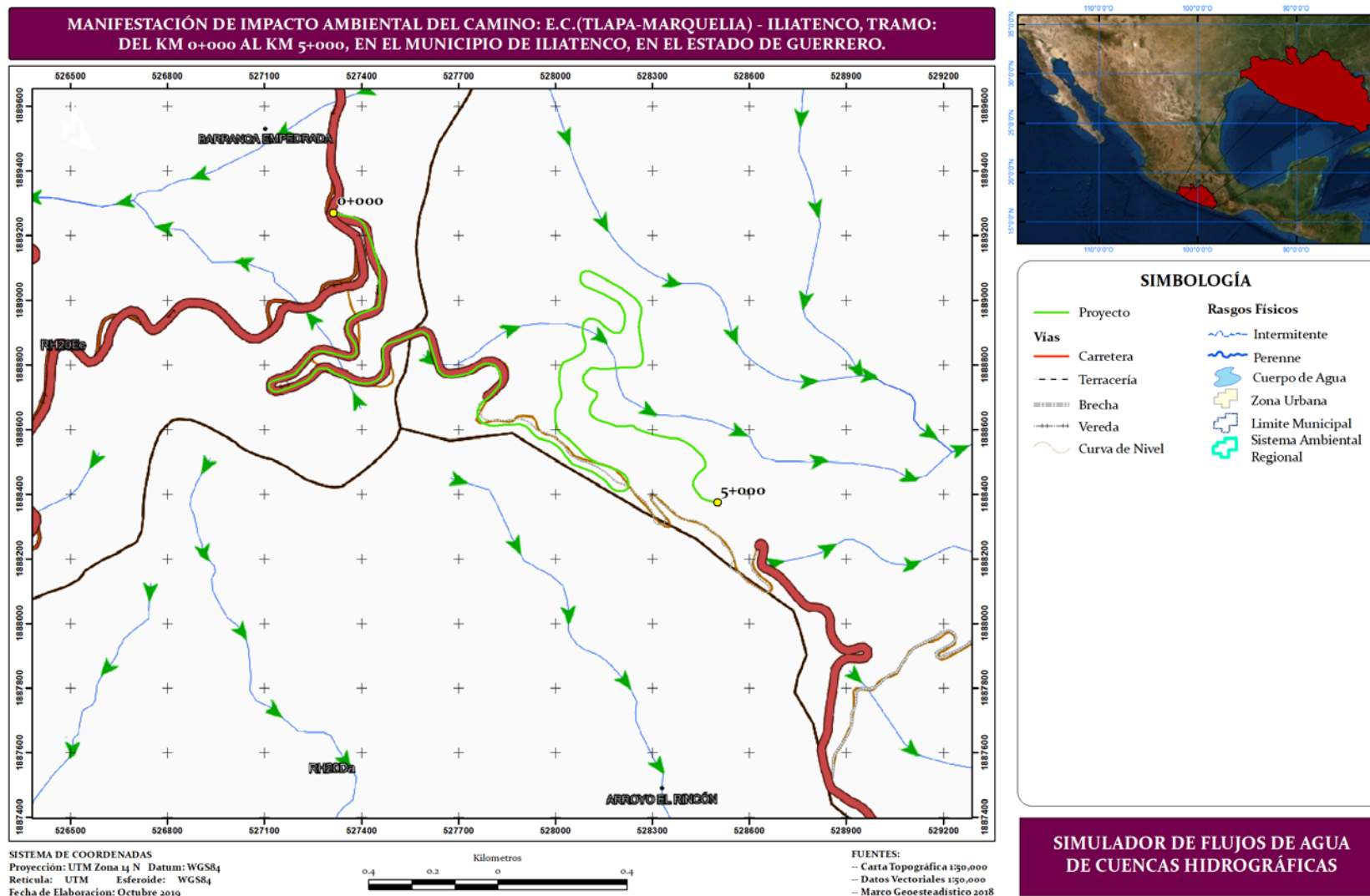


Imagen IV. 24. Subcuencas hidrológicas del proyecto.



Fuente: SECIRA, 2019.

Imagen IV. 25. Simulador de flujos de agua de cuencas hidrográficas.

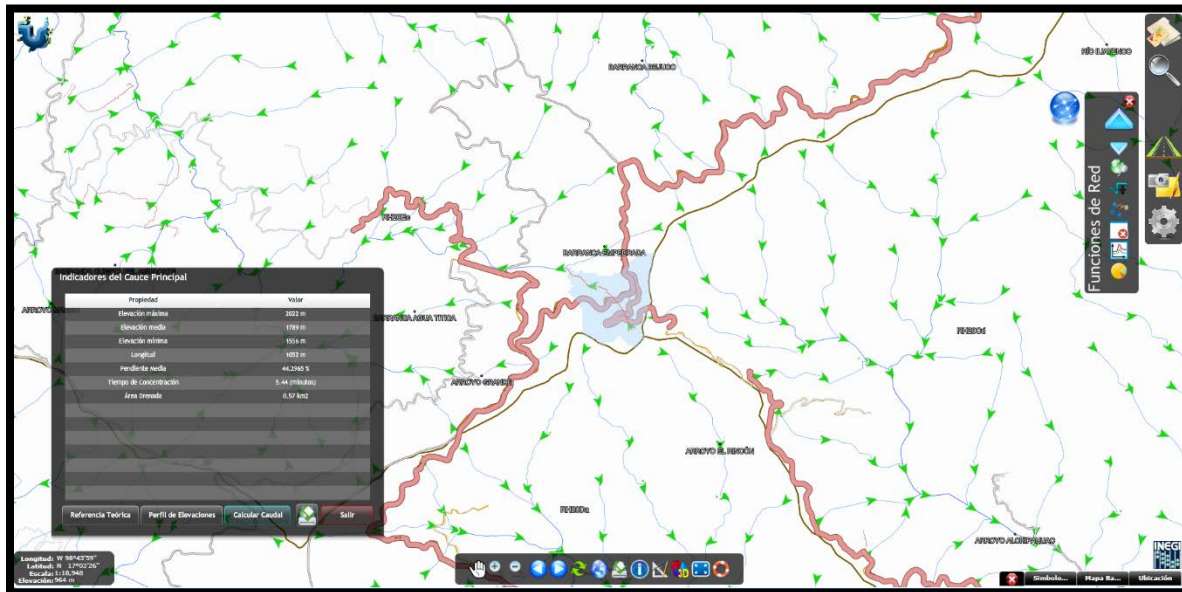


Fuente: SECIRA, 2019.

### CORRIENTE DE AGUA INTERMITENTE 01 A LA ALTURA DEL KILÓMETRO 0+663 Y DEL KILÓMETRO 1+202.

La carretera es transversal a un cauce intermitente a la altura del km 0+663 y del km 1+202, éste es un cuerpo de agua de caudal intermitente afluente de la corriente conocida como Barranca. Como se muestra en la imagen la microcuenca en este punto de intersección tiene una superficie de 0.57 Km<sup>2</sup>.

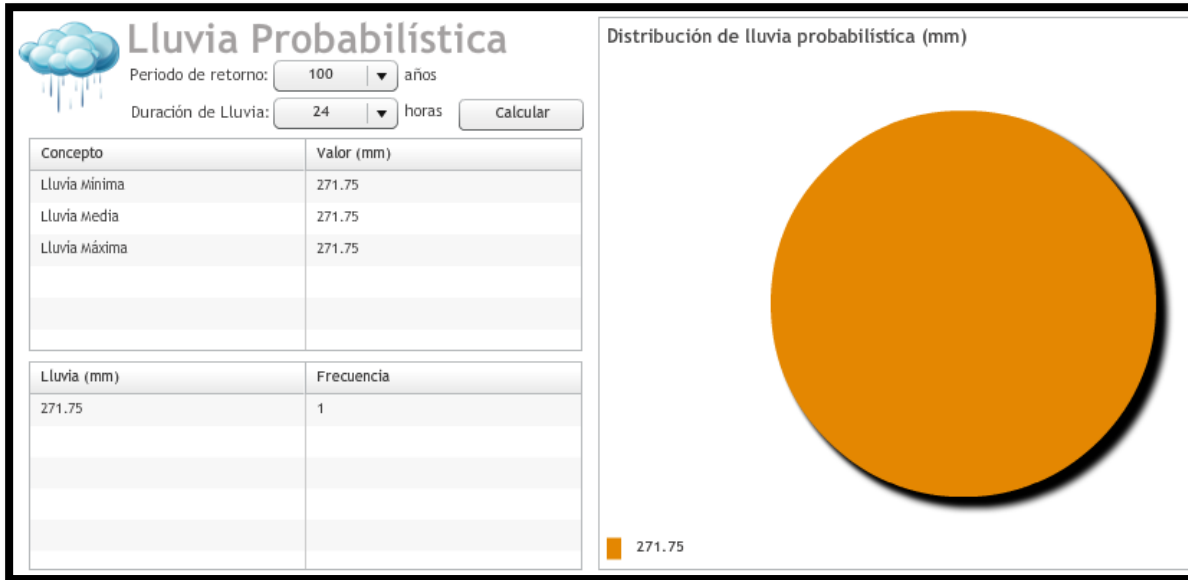
Imagen IV. 26. Microcuenca para el cauce intermitente.



Fuente: Simulador de flujo de agua de cuencas hidrologicas SIATL

Una vez delimitada la superficie de la microcuenca estamos en condiciones de desarrollar una modelación de lluvia extraordinaria de 24 Hrs con un periodo de retorno de 100 años lo cual nos da la base para determinar su avenida máxima o caudal pico, por lo que considerando el incremento de la precipitación pluvial en la región durante los meses de Junio a Septiembre podemos determinar una lluvia probabilística de 271.75 mm como se muestra en el gráfico.

Imagen IV. 27. Modelación de lluvia para la microcuenca del cauce intermitente.



Fuente: Simulador de flujo de agua de cuencas hidrológicas SIATL

A partir de esta información aplicamos el “Simulador de Flujos de Cuencas Hidrográficas” SIATL y obtenemos los índices morfométricos de la microcuenca, así como el valor del gasto máximo y la intensidad de lluvia probable de acuerdo con los criterios señalados por el “método racional”, lo cual nos permite determinar el caudal pico del cauce intermitente a lo largo de sus 1.05 Km de cauce:

Tabla IV. 20. Índices morfométricos del cauce intermitente.

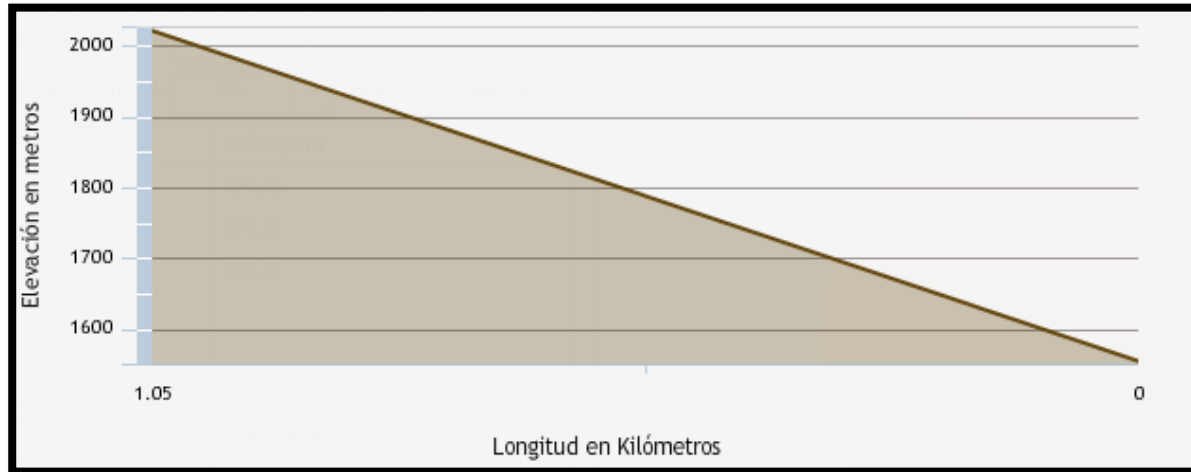
Índice Morfométrico	Resultado
Elevación máxima	2022 m
Elevación media	1789 m
Elevación mínima	1556 m
Longitud	1052 m
Pendiente Media	44.30%
Tiempo de Concentración	5.44 (minutos)
Área Drenada	0.57 km <sup>2</sup>
Periodo de Retorno	100 años
Coeficiente de escurrimiento	20%
Lluvia	272 mm
Intensidad de Lluvia	3,000 mm/h
Caudal pico	94.99 m <sup>3</sup> /s

Fuente: Simulador de flujo de agua de cuencas hidrológicas SIATL

Para esta microcuenca el perfil de elevaciones graficado nos muestra como a lo largo de sus 1052 metros de cauce el flujo del agua desciende desde una elevación de 2022 msnm hasta los 1556 metros teniendo un caudal máximo en la totalidad de la cuenca de 94.99 m<sup>3</sup>/seg, con un tiempo de concentración de 5.44 minutos, lo cual significa un importante volumen de agua como gasto máximo

extraordinario en el punto de confluencia con el camino por las condiciones serranas y de precipitación en la zona de gran escorrentía. Para esta corriente de agua se tiene contemplada la obra de drenaje 05 a la altura del km 0+663 y la obra de drena 08 a la altura del km 1+202.

Imagen IV. 28. Perfil de Elevaciones del Cauce para la microcuenca del cauce intermitente.



Fuente: Simulador de flujo de agua de cuencas hidrológicas SIATL

Imagen IV. 29. Cruce del trazo con microcuenca del cauce intermitente.

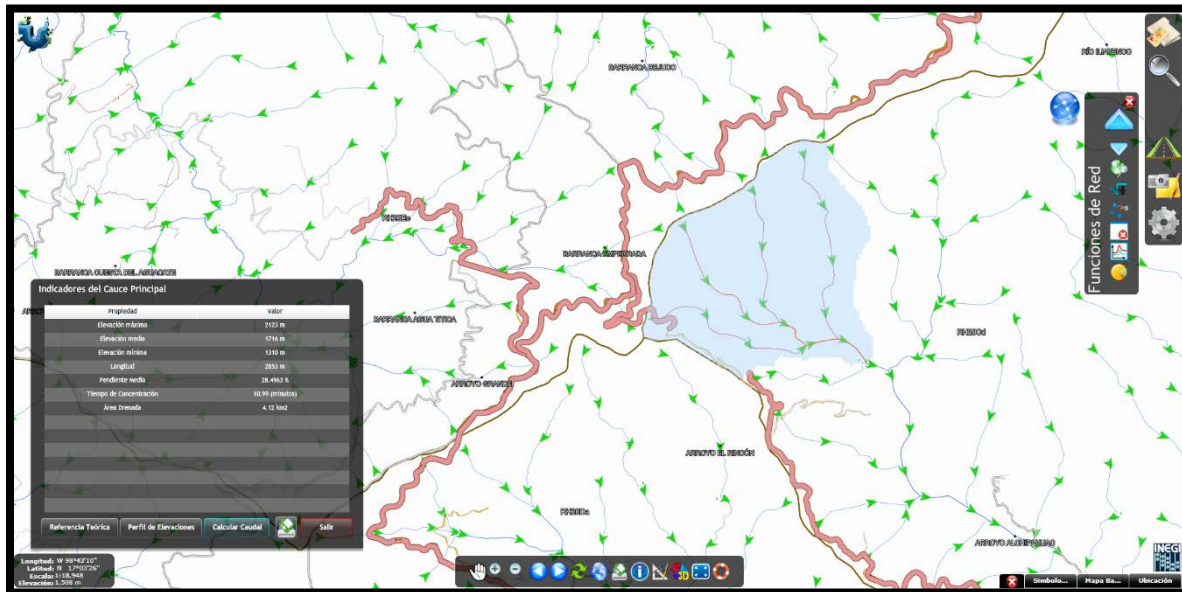


Fuente: SECIRA, 2019.

### CORRIENTE DE AGUA INTERMITENTE 02 A LA ALTURA DEL KM 1+654, KM 3+270 Y DEL KM 4+073.

La carretera atraviesa transversalmente a una corriente de agua intermitente a la altura del km 1+654, más adelante en los km 3+270 y 4+073, éste es un cuerpo de agua de caudal intermitente afluente del Arroyo Alchipahuac. Como se muestra en la imagen la microcuenca en este punto de intersección tiene una superficie de 4.12 Km<sup>2</sup>.

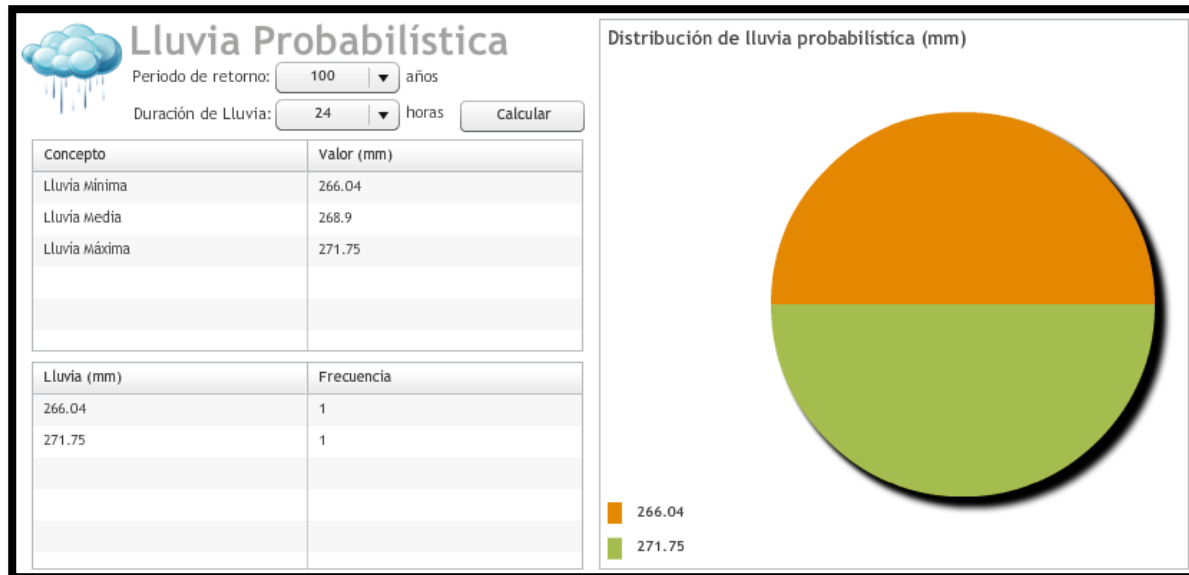
Imagen IV. 30. Microcuenca para el cauce intermitente.



Fuente: Simulador de flujo de agua de cuencas hidrologicas SIATL

Con la superficie de la microcuenca delimitada podemos desarrollar un modelo de lluvia extraordinaria de 24 Hrs con un periodo de retorno de 100 años lo cual en consecuencia nos permite determinar la avenida máxima o caudal pico durante los meses de máxima precipitación pluvia que son de junio a septiembre resultando una lluvia probabilística de 268.9 mm como se muestra en el gráfico.

Imagen IV. 31. Modelación de lluvia para la microcuenca del cauce intermitente.



Fuente: Simulador de flujo de agua de cuencas hidrológicas SIATL

A partir de esta información aplicamos el “Simulador de Flujos de Cuencas Hidrográficas” SIATL y obtenemos los índices morfométricos de la microcuenca, así como el valor del gasto máximo y la intensidad de lluvia probable de acuerdo con los criterios señalados por el “método racional”, lo cual nos permite determinar el caudal pico del arroyo a lo largo de sus 2.8 Km de cauce:

Tabla IV. 21. Índices morfométricos del cauce intermitente.

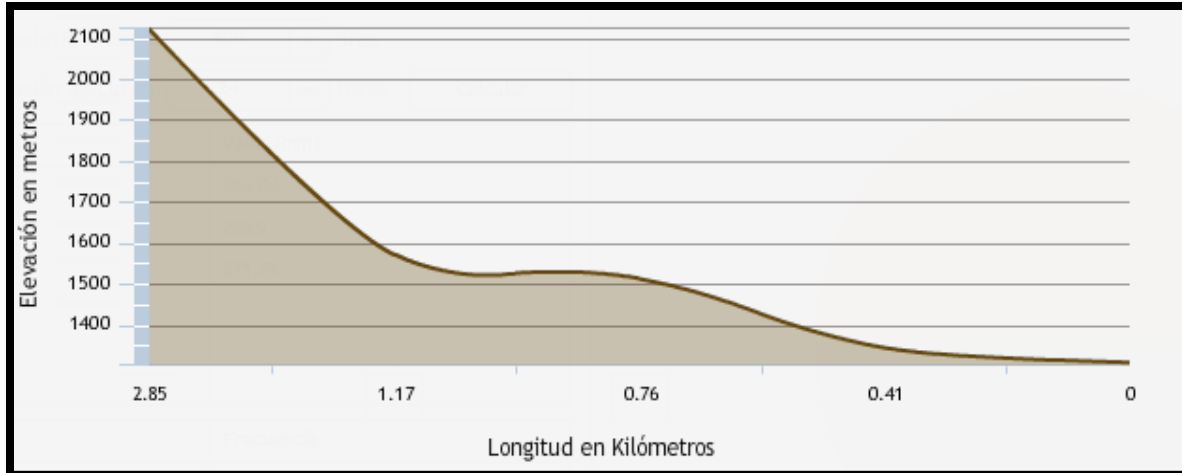
Índice Morfométrico	Resultado
Elevación máxima	2123 m
Elevación media	1716 m
Elevación mínima	1310 m
Longitud	2853 m
Pendiente Media	28.50%
Tiempo de Concentración	10.99 (minutos)
Área Drenada	4.12 km <sup>2</sup>
Periodo de Retorno	100 años
Coefficiente de escurrimiento	20%
Lluvia	269 mm
Intensidad de Lluvia	1468.60mm/h
Caudal pico	336.14 m <sup>3</sup> /s

Fuente: Simulador de flujo de agua de cuencas hidrológicas SIATL

Para esta microcuenca el perfil de elevaciones graficado nos muestra como a los largo de sus 2853 metros de cauce el flujo del agua desciende desde una elevación de 2123 metros hasta los 1310 metros teniendo un caudal máximo en la totalidad de la cuenca de 336.14 m<sup>3</sup>/seg, en un tiempo de concentración de 10.99 minutos, lo cual significa un considerable volumen de agua como gasto máximo extraordinario en el punto de confluencia con el camino como resultado de las condiciones serranas y de precipitación en la zona los cual contribuye a la conformación del volumen de escorrentía

superficial ya señalado. Para este cauce intermitente se tienen contempladas las obras de drenaje 10, 20 y 24 en distintos puntos del trazo.

Imagen IV. 32. Perfil de Elevaciones del Cauce para la microcuenca del cauce intermitente.



Fuente: Simulador de flujo de agua de cuencas hidrológicas SIATL

Imagen IV. 33. Cruce del trazo con microcuenca del cauce intermitente, obra de drenaje 10.



Fuente: SECIRA, 2019.



Imagen IV. 34. Cruce del trazo con microcuenca del cauce intermitente, obras de drenaje 20 y 24.



Fuente: SECIRA, 2019.

De acuerdo con datos del Registro Público de Derechos de Agua al 31 de diciembre de 2015 el acuífero Papagayo cuenta con una recarga media anual (R) de 316.9 hm<sup>3</sup>, una descarga natural comprometida (DNC) de 3.0 hm<sup>3</sup>, un volumen concesionado de agua subterránea (VCAS) de 86.142308 hm<sup>3</sup>, una disponibilidad media anual de agua subterránea (DAS) igual a 227.695623 hm<sup>3</sup> y no cuenta con déficit, esto se puede corroborar en la siguiente tabla:

Tabla IV. 22. Acuífero Papagayo.

ACUÍFERO	R	DNC	VOLUMEN DE EXTRACCIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS				DESCARGA NATURAL COMPROMETIDA	
			VCAS	VEALA	CAPTYR	VAPRH	POSITIVA	NEGATIVA (DÉFICIT)
CIFRAS EN MILLONES DE METROS CÚBICOS ANUALES								
PAPAGAYO	316.9	3.0	86.142308	0.000000	0.062069	0.000000	227.695623	0.000000

Fuente: CONAGUA, 2016.

El acuífero San Marcos, definido con la clave 1230 en el Sistema de Información Geográfica para el Manejo del Agua Subterránea (SIGMAS) de la CONAGUA, se localiza en la porción suroriental del Estado de Guerrero, entre los paralelos 16° 41' y 17° 35' de latitud norte y los meridianos 98° 36' y 99° 58' de longitud oeste; abarcando una superficie aproximada de 6,167 km<sup>2</sup>.

Limita al norte con los acuíferos Chilpancingo, Tepechicotlán y Huitzucó; al este con los acuíferos Tlapa-Huamuxtílán, Cuajinicuilapa y Marquelia; al sur con los acuíferos Copala, Nexpa, San Marcos y con el Océano Pacífico; al oeste con los acuíferos La Sabana y Coyuca; al noroeste con los acuíferos Chilapa y Tlacotepec, todos pertenecientes al Estado de Guerrero Geopolíticamente, la superficie del acuífero cubre en su totalidad el municipio de Juan R. Escudero y parcialmente los municipios Acapulco de Juárez, Acatepec, Atlixac, Ayutla de Los Libres, Coyuca de Benítez, Isidoro Castillo, Chilpancingo de Los Bravo, Chilapa de Álvarez, Leonardo Bravo, Malinaltepec, Mochitlán, Quechultenango, San Marcos, Tecoaapa, Tlacoapa y Zapotitlán.

El acuífero Papagayo pertenece al Organismo de Cuenca V “Pacífico Sur” y es jurisdicción territorial de la Dirección Local en Guerrero. El acuífero se encuentra parcialmente vedado. Las regiones norte, sur y oeste están sujetas a las disposiciones del “Decreto que declara de interés público la conservación de los mantos acuíferos en la superficie comprendida dentro de los límites geopolíticos de los Municipios de Acapulco, Coyuca de Benítez, Juan R. Escudero, San Marcos, Mochitlán y Chilpancingo; Gro”. Publicado el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 13 de febrero de 1975. Este decreto se clasifica como tipo II, en el que la capacidad de los mantos acuíferos sólo permite extracciones para usos domésticos.

Sólo en pequeñas porciones de los extremos noroccidental, suroriental y en toda la región oriental no rige ningún decreto de veda. La porción no vedada del acuífero Papagayo, clave 1230, está sujeta a las disposiciones del “ACUERDO General por el que se suspende provisionalmente el libre alumbramiento en las porciones no vedadas, no reglamentadas o no sujetas a reserva de los 175 acuíferos que se indican”, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 5 de abril de 2013, a través del cual en dicha porción del acuífero, no se permite la perforación de pozos, la construcción de obras de infraestructura o la instalación de cualquier otro mecanismo que tenga por objeto el alumbramiento o extracción de las aguas nacionales del subsuelo, sin contar con concesión o asignación otorgada por la Comisión Nacional del Agua, quien la otorgará conforme a lo establecido por la Ley de Aguas Nacionales, ni se permite el incremento de volúmenes autorizados o registrados previamente por la autoridad, sin la autorización previa de la Comisión Nacional del Agua, hasta en tanto se emita el instrumento jurídico que permita realizar la administración y uso sustentable de las aguas nacionales del subsuelo.

De acuerdo con la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua 2013, el municipio Acapulco de Juárez se clasifica como zona de disponibilidad 5; Coyuca de Benítez y San Marcos como zona de disponibilidad 6; Chilpancingo de Los Bravo como zona de disponibilidad 7; Acatepec, Ayutla de los Libres, Quechultenango, Mochitlán, Juan R. Escudero y Tecoaapa como zona de disponibilidad; Atlixac, Chilapa de Álvarez, Isidoro Castillo, Leonardo Bravo, Malinaltepec, Tlacoapa y Zapotitlán Tablas como zona de disponibilidad 9

El usuario principal del agua subterránea es el público-urbano. El acuífero pertenece al Consejo de Cuenca “Costa de Guerrero”, instalado el 29 de marzo de 2000. En su territorio no se localiza distrito o unidad de riego alguna, ni tampoco se ha constituido hasta la fecha el Comité Técnico de Aguas Subterráneas (COTAS).

De acuerdo con datos del Registro Público de Derechos de Agua al 31 de diciembre de 2015 el acuífero Marquelia cuenta con una recarga media anual (R) de 22.9 hm<sup>3</sup>, una descarga natural comprometida (DNC) de 11.6 hm<sup>3</sup>, un volumen concesionado de agua subterránea (VCAS) de 1655097 hm<sup>3</sup>, una disponibilidad media anual de agua subterránea (DAS) igual a 6.935922 hm<sup>3</sup> y no cuenta con déficit, esto se puede corroborar en la siguiente tabla:

Tabla IV. 23. Acuífero Marquelia.

ACUÍFERO	R	DNC	VOLUMEN DE EXTRACCIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS				DESCARGA NATURAL COMPROMETIDA	
			VCAS	VEALA	VAPTYR	VAPRH	POSITIVA	NEGATIVA (DÉFICIT)
CIFRAS EN MILLONES DE METROS CÚBICOS ANUALES								
MARQUELIA	22.9	11.6	1.655097	2.708981	0.00000	0.000000	6.935922	0.000000

Fuente: CONAGUA, 2016.

El acuífero Marquelia pertenece al Organismo de Cuenca V “Pacífico Sur” y es jurisdicción territorial de la Dirección Local en Guerrero. En su territorio completo no rige ningún decreto de veda para la extracción de agua subterránea. Sin embargo, se encuentra sujeto a las disposiciones del “ACUERDO General por el que se suspende provisionalmente el libre alumbramiento de las aguas nacionales del subsuelo en los 96 acuíferos que se indican”, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 5 de abril de 2013, a través del cual en el acuífero, no se permite la perforación de pozos, la construcción de obras de infraestructura o la instalación de cualquier otro mecanismo que tenga por objeto el alumbramiento o extracción de las aguas nacionales del subsuelo, sin contar con concesión o asignación otorgada por la Comisión Nacional del Agua, quien la otorgará conforme a la Ley de Aguas Nacionales, ni se permite el incremento de volúmenes autorizados o registrados previamente por la autoridad, sin la autorización previa de la Comisión Nacional del

Agua, hasta en tanto se emita el instrumento jurídico que permita realizar la administración y uso sustentable de las aguas nacionales del subsuelo.

El acuífero Marquelia, definido con la clave 1234 en el Sistema de Información Geográfica para el Manejo del Agua Subterránea (SIGMAS) de la CONAGUA, se localiza en la porción suroriental del Estado de Guerrero, entre los paralelos 16° 32' y 17° 04' de latitud norte y los meridianos 98° 38' y 98° 56' de longitud oeste; abarcando una superficie aproximada de 1,346 km<sup>2</sup>. Limita al norte con el acuífero Papagayo, al este con el acuífero Cuajinicuilapa y al oeste con el acuífero Copala, todos ellos pertenecientes al Estado de Guerrero; al sur con el Océano Pacífico.

De acuerdo con datos del Registro Público de Derechos de Agua al 31 de diciembre de 2015 el acuífero Marquelia cuenta con una recarga media anual (R) de 180.0hm<sup>3</sup>, una descarga natural comprometida (DNC) de 30.0 hm<sup>3</sup>, un volumen concesionado de agua subterránea (VCAS) de 14.454327 hm<sup>3</sup>, una disponibilidad media anual de agua subterránea (DAS) igual a 116.222891hm<sup>3</sup> y no cuenta con déficit, esto se puede corroborar en la siguiente tabla:

**Tabla IV. 24. Acuífero Cuajinicuilapa.**

ACUÍFERO	R	DNC	VOLUMEN DE EXTRACCIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS				DESCARGA NATURAL COMPROMETIDA	
			VCAS	VEALA	VAPTYR	VAPRH	POSITIVA	NEGATIVA (DÉFICIT)
CIFRAS EN MILLONES DE METROS CÚBICOS ANUALES								
CUAJINICUILPA	180.0	30.0	14.454327	19.322782	0.000000	0.000000	116.222891	0.000000

Fuente: CONAGUA, 2016.

La zona comprende que este acuífero se localiza en el extremo Sudoriental del Estado de Guerrero a 170 kilómetros en línea recta y al sureste de Chilpancingo La zona abarca un área de 1,800 km<sup>2</sup>, y corresponde a la porción baja de la planicie costera de la cuenca de los ríos Grande y Cortijos.

Los límites de esta zona son: al suroeste por el Océano Pacífico, al sureste por el límite estatal entre los estados de Guerrero y Oaxaca, y al norte por el macizo montañoso de Guerrero.

El área de este acuífero forma parte del Municipio de Cuajinicuilapa, donde además de la cabecera municipal ubicada en el área, se encuentran poblados y rancherías dentro de ella como lo son San Juan de los Llanos, Juchitán, Huehuatlán, El terreno, Banco de Oro, Miguel Alemán, Maldonado, Colonia Guadalupe, y San Nicolás.

#### IV.2.2.1.5. AIRE

La evolución y el desarrollo de las zonas urbanas a nivel nacional han venido acompañados por la proliferación de problemas ambientales debidos, entre otros factores, al incremento de población, actividad industrial, flota vehicular, dinamismo doméstico y demanda de servicios. Las actividades diarias generadas por las industrias, el comercio, la educación escolar y el tránsito vehicular, entre otras muchas, suelen producir una gran cantidad de sustancias que modifican la composición natural del aire. A diario se producen miles de toneladas de contaminantes que son emitidos a la atmósfera y una vez en ella su transformación, dispersión y destino final es determinado por un conjunto de factores físicos como el clima y la orografía.

Las fuentes de emisión de contaminantes abarcan desde la industria, los vehículos automotores, los comercios y servicios, y hasta diversas actividades, como ganadería, quemas agrícolas, uso de productos de limpieza y pinturas, así como los suelos y la vegetación.

Entre las fuentes de emisión de contaminantes se encuentran las quemas agrícolas, así como los suelos y la vegetación. En este sentido es de destacar que en el Estado de Guerrero predominan los usos de suelo bosque, agrícola, pastizal, selva y matorral.

Algunos de los factores que inciden sobre la calidad del aire en las ciudades son la creciente necesidad de movilidad y sus externalidades: la integración inadecuada de diferentes modalidades para el desplazamiento de personas y bienes, el uso de espacios públicos que privilegian el tránsito y estacionamientos vehiculares, y el desarrollo de infraestructura vial orientada a vehículos particulares, como segundos pisos, túneles y viaductos, que incrementan los kilómetros recorridos por los automotores.

Así pues, con respecto a este tema se puede destacar que, en el año 2016, Guerrero contó con dos aeropuertos internacionales (Acapulco y Zihuatanejo); un puerto marítimo (Acapulco) y una red carretera de 18,323 km de longitud. La infraestructura carretera está dividida entre la red federal (1,918 km), carreteras alimentadoras estatales (3,926 km), la red rural (6,381 km) y brechas mejoradas (6,098 km). De las cuales se encuentran pavimentadas el 29%, revestidas el 38%, mejoradas el 28% y de terracería el 5%.

En cuanto a la flota vehicular de la entidad se puede destacar que a diciembre de 2015 se tenía registro de un total de 1,029,881 vehículos en circulación, 70% de los cuales corresponden a automóviles, 21% a camiones y camionetas de carga, 6% a camiones de pasajeros y 3% a motocicletas. La fracción más importante de esta flota vehicular está registrada en la ciudad de Acapulco y representa aproximadamente el 37% de la flota total en el Estado. Le siguen en importancia Chilpancingo con el 13% y Taxco con el 9%.

Otro aspecto importante con respecto a la flota vehicular en la entidad es la velocidad con la que ésta crece. Al respecto el índice de motorización es un indicador útil que expresa el número de vehículos de motor registrados en circulación por cada 1,000 habitantes, y en el caso de Guerrero este índice muestra una tendencia constantemente creciente en el periodo 2000 a 2015, periodo en el cual pasó de 112 a 333. Esto es, casi se triplicó en 15 años.

La medición de calidad del aire en el Estado de Guerrero se ha realizado en Acapulco Chilpancingo y Zihuatanejo.

La calidad del aire en una zona determinada, además de ser afectada por elementos climáticos y geográficos, está relacionada directamente con el volumen y características a la atmósfera. El aire es un factor esencial para la vida, donde se encuentran presentes una diversidad de partículas y compuestos químicos provenientes de los procesos industriales, vehículos automotores, quemas agrícolas, combustión de basura y llantas, así como la erosión de los suelos representa una amenaza para la salud de la población, y este factor contribuye en forma importante al incremento de la morbilidad y mortalidad por enfermedades respiratorias, cardiovasculares y cáncer, así como un alto costo en atención médica, días laborables perdidos y admisiones hospitalarias por enfermedad, convirtiéndose en una de las principales preocupaciones en muchas ciudades del mundo (Cohen, 2004). Asimismo, en lo que respecta al resto de las interacciones del proyecto con el ambiente, se pretende dar cumplimiento a lo establecido por la normatividad aplicable, en materia de emisiones a la atmósfera de gases de combustión por vehículos a gasolina y diésel (NOM-041SEMARNAT -1993, NOM-042-SEMARNAT -2003, NOM-045-SEMARNAT1993, respectivamente), de generación de polvos (NOM-024-SSA11993) Y generación de ruido (NOM-OSO-SEMARNAT-1994) por fuentes móviles.

Co respecto a la contaminación de la atmosfera, esta se considera como la alteración de la composición del aire por la presencia de contaminantes emitidos a la atmósfera, generados por las distintas actividades del hombre o por fenómenos naturales; los contaminantes pueden ser, gases de combustión, partículas sólidas y líquidas, microorganismos patógenos, entre otros. En lo referente a la calidad atmosférica, las actividades que pretenden desarrollar el proyecto en el sitio de estudio se encuentran muy por debajo de los niveles permitidos por la Norma Oficial Mexicana 035, lo que significa que la calidad del aire es considerada como buena, cumplimiento con lo establecido en la normatividad aplicable a la regulación de los parámetros de emisión. Para el SAR, debido a la baja densidad poblacional, la contaminación del aire se considera prácticamente inocua a comparación de las grandes ciudades con una menor extensión territorial como lo es la capital del Estado.

#### **NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE.**

Las normas de calidad del aire fijan valores máximos permisibles de concentración de contaminantes, con el propósito de proteger la salud de la población en general y de grupos con mayor susceptibilidad. Las normas de calidad del aire son publicadas por la Secretaría de Salud en el Diario Oficial de la Federación.

Tabla IV. 25. Normas de Calidad del Aire Vigentes.

CONTAMINANTE	CONCENTRACIÓN Y TIEMPO PROMEDIO DE EXPOSICIÓN	PARA PROTECCIÓN DE LA SALUD DE LA POBLACIÓN SUSCEPTIBLE
OZONO	0.095 ppm promedio de 1 hora	0.070 ppm Promedio móvil de 8 hrs. tomado como el máximo en un periodo de 1 año
MONÓXIDO DE CARBONO	11 ppm Promedio móvil de 8 hrs.	1 vez al año
PARTÍCULAS SUSPENDIDAS TOTALES	210 µg/m <sup>3</sup> Percentil 98 promedios de 24 hrs.	75 µg/m <sup>3</sup> Media aritmética anual
PARTÍCULAS SUSPENDIDAS DE FRACCIÓN RESPIRABLE PM-10	75 µg/m <sup>3</sup> Promedio de 24 hrs.	40 µg/m <sup>3</sup> Media aritmética anual
PARTÍCULAS SUSPENDIDAS DE FRACCIÓN RESPIRABLE PM2.5	45 µg/m <sup>3</sup> Percentil 98 promedios de 24 hrs.	12 µg/m <sup>3</sup> Media aritmética anual
BIÓXIDO DE AZUFRE	0.11 ppm Promedio de 24 hrs. 1 vez al año	0.025 ppm Media aritmética anual
BIÓXIDO DE NITRÓGENO	0.21 ppm Promedio de 1 hr.	1 vez al año

Tabla IV. 26. Índice Metropolitano de la Calidad del Aire (IMECA)

Advertencia sanitaria por PM2.5	
	Calidad el aire: Buena Intervalo de concentración ≤15 PM2.5 Adecuada para llevar a cabo actividades al aire libre, Aunque el intervalo de concentración de micropartículas es menor que 15 PM2.5, tales centros de hospitalidad y convivencia están sobre el máximo de 10 PM2.5 que la Organización Mundial de la Salud (OMS) establece
	Calidad el aire: Regular Intervalo de concentración 15-40 PM2.5 Se pueden llevar a cabo actividades al aire libre Posibles molestias en niños, adultos mayores y personas con enfermedades
	Calidad el aire: Mala Intervalo de concentración 40-65 PM2.5 Causante de efectos adversos a la salud en la población, en particular los niños y los adultos mayores con enfermedades cardiovasculares y/o respiratorias como el asma. Evite las actividades al aire libre, esté atento a la información de calidad del aire. "Acuda al médico si presenta síntomas respiratorios o cardiacos"
	Calidad el aire: Muy mala Intervalo de concentración 65-150 PM2.5 Causante de mayores efectos adversos a la salud de la población en general, en particular los niños y los adultos mayores con enfermedades cardiovasculares y/o respiratorias como el asma. Evite salir de casa y mantenga las ventanas cerradas, esté atento a la información de calidad del aire. "Acuda al médico si presenta síntomas respiratorios o cardiacos"
	Calidad el aire: Extremadamente mala Intervalo de concentración ≥150 PM2.5 Causante de efectos adversos a la salud de la población en general. Se pueden presentar complicaciones graves en los niños y los adultos mayores con enfermedades cardiovasculares y/o respiratorias como el asma. Proteja su salud, evite salir de casa y mantenga las ventanas cerradas, esté atento a la información de calidad de aire. "Acuda con el médico si presenta síntomas respiratorios o cardiacos"

En lo que se refiere a los municipios involucrados (Malinaltepec e Iliatenco), ninguno de ellos cuenta con una red de monitoreo en la calidad del aire, los únicos municipios en los que se puede encontrar este servicio son Acapulco, Chilpancingo, Taxco, Iguala y Zihuatanejo. Sin embargo, para la zona del proyecto se puede concluir que se tiene una calidad del aire buena. Lo cual obedece a que dentro de la zona no se presenta tráfico importante o de consideración de vehículos automotores. No obstante, en estos lugares marginales se presenta quema de basura, combustión de leña para uso doméstico, es decir tanto para cocinar como para calentar el hogar, que contaminan la calidad del aire. Sin embargo, dadas las buenas condiciones de la vegetación de bosque de coníferas que prevalece en el SAR, se reduce el efecto provocado por estas prácticas que se presentan en estos hogares pobres y marginados en los que la leña, el carbón vegetal y otros combustibles sólidos (principalmente residuos agrícolas y carbón) se queman a menudo en fogones abiertos o estufas de mal funcionamiento. La combustión incompleta libera pequeñas partículas de otros componentes cuya nocividad para la salud humana en el ambiente del hogar se ha demostrado. Es decir, la contaminación del aire es más local y directa en las localidades rurales, que en el resto del SAR.

## IV.2.2.2 MEDIO BIÓTICO

### IV.2.2.2.1 VEGETACIÓN

#### METODOLOGÍA.

El método utilizado para caracterizar las condiciones biológicas del SAR se agrupó en trabajos de gabinete y campo.

##### 1. TRABAJOS DE GABINETE.

Previo a la salida de campo, se recopiló y consultó la bibliografía disponible sobre las características bióticas y abióticas de la región, así como los tipos de vegetación. Mediante la búsqueda de información en literatura especializada, se analizaron los datos sobre la distribución de especies de plantas, así como la composición florística de los diversos ecosistemas presentes en el SAR, con la finalidad de identificar y definir qué especies se consideran en algún "Status", de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. Además, se utilizó la cartografía disponible para delimitar con precisión la zona de estudio. Se ubicaron los poblados, caminos y tipos de vegetación dentro del Sistema Ambiental Regional. Se utilizó la cartografía y nomenclatura empleada por el INEGI y CONABIO. Se ubicaron puntos de muestreo en el mapa, determinando sus coordenadas geográficas, para que la brigada de campo pudiera acceder a ellos mediante el apoyo de un GPS.

##### 2. TRABAJO DE CAMPO.

Se realizaron recorridos en campo con la finalidad de verificar los tipos de vegetación y usos de suelo presentes en el Sistema Ambiental Regional y compararlos con la cartografía de INEGI serie VI de uso de suelo y Vegetación. Se centró la atención en los fragmentos mejor conservados, así como en aquellos lugares donde se consideró que probablemente exista mayor afectación derivada del desarrollo del proyecto. Se obtuvo un registro fotográfico de las especies y ecosistemas característicos de la región y de interés para este estudio, considerando particularmente especies que se encuentren incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como a las de interés comercial, cultural, médico, etc. Posteriormente se formó una brigada de campo, que conforme a un programa de trabajo realizó el muestreo de la vegetación, en el área de influencia del proyecto y el SAR. Se consideraron aquellos sitios que contienen la vegetación mejor conservada, los fragmentos con vegetación secundaria y las cercas vivas.

#### DISTRIBUCIÓN DE LOS SITIOS DE MUESTREO.

El criterio empleado para la ubicación de los sitios de muestreo fue de acuerdo a la distribución y vocación forestal de cada tipo de uso de suelo y vegetación dentro del SAR.

Con base en lo anterior expuesto a continuación, se muestra la tabla de coordenadas y la imagen de los sitios de muestreo realizados para el proyecto.

- ❖ 3 muestreos en Bosque de Pino-Encino.
- ❖ 2 muestreos en Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Pino-Encino.

A continuación, se muestra la tabla de coordenadas y la imagen de los sitios de muestreo realizados para el proyecto.

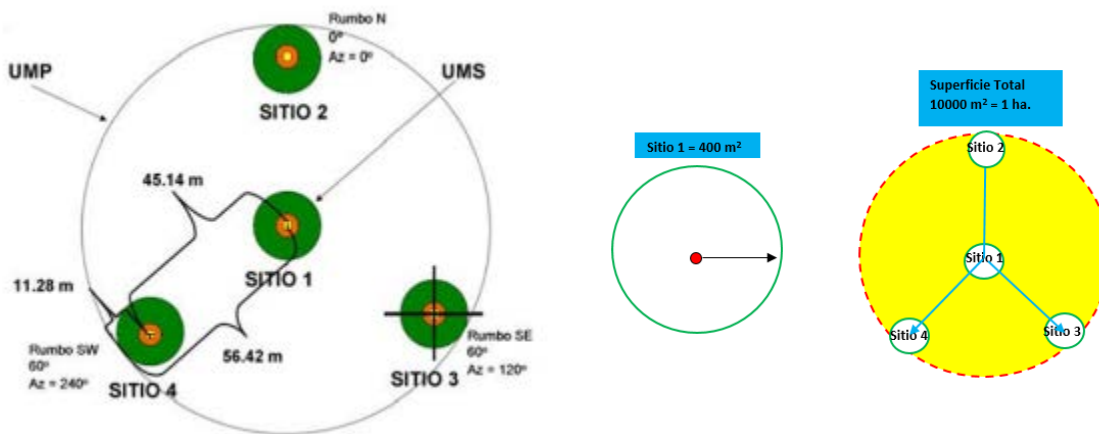
**Tabla IV. 27.** Coordenadas de los sitios de muestreo.

Conglomerado	Clave	Uso de Suelo y Vegetación	Coordenadas UTM	
1	BPQ	Bosque de Pino-Encino.	527481	1889153
2	BPQ	Bosque de Pino-Encino.	527897	1888492
3	BPQ	Bosque de Pino-Encino.	527529	1887182
4	VSa/BPQ	Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Pino-Encino.	527529	1887182
5	VSa/BPQ	Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Pino-Encino.	529172	1888179

Fuente: Biota, 2019.

Se ubicaron los sitios de muestreo, en el Sistema Ambiental Regional y Área de Influencia. Se tomó la metodología de la CONAFOR con algunas adaptaciones en el cual se emplea un muestreo estratificado sistemático por conglomerados; se ubicaron 5 sitios de muestreo por el método antes señalado, cada sitio represento una parcela circular de una hectárea (56.42 m de radio) para un total de 5 hectáreas muestreadas dentro del SAR, esto se logró con el apoyo de cuerdas con las medidas exactas, así como estacas metálicas para poder fijarlas (Ver fotografías de los sitios de muestreo) se realizaron las parcelas, en la cual se evaluaron cuatro unidades de muestreo secundarias (UMS) o sitios, dispuestos geométricamente en forma de una "Y" invertida con respecto al norte (Ver Imagen de Forma y tamaño de los sitios de muestreo) el sitio número 1 constituyo el centro del conglomerado y los sitios 2, 3 y 4 se consideraron periféricas. La distancia del centro del sitio 1 a cada uno de los sitios restantes es de 45.14 m. El azimut para localizar los sitios 2, 3 y 4 a partir del centro del sitio 1 es de 0°, 120° y 240° respectivamente.

Imagen IV. 35. Forma y tamaño de los sitios de muestreo.



En las siguientes fotografías se observa la realización de los conglomerados de muestreo, así como de obtención de las medidas DAP y Altura, de los ejemplares encontrados dentro de los mismos.

Imagen IV. 36. Muestreo realizado para el proyecto.





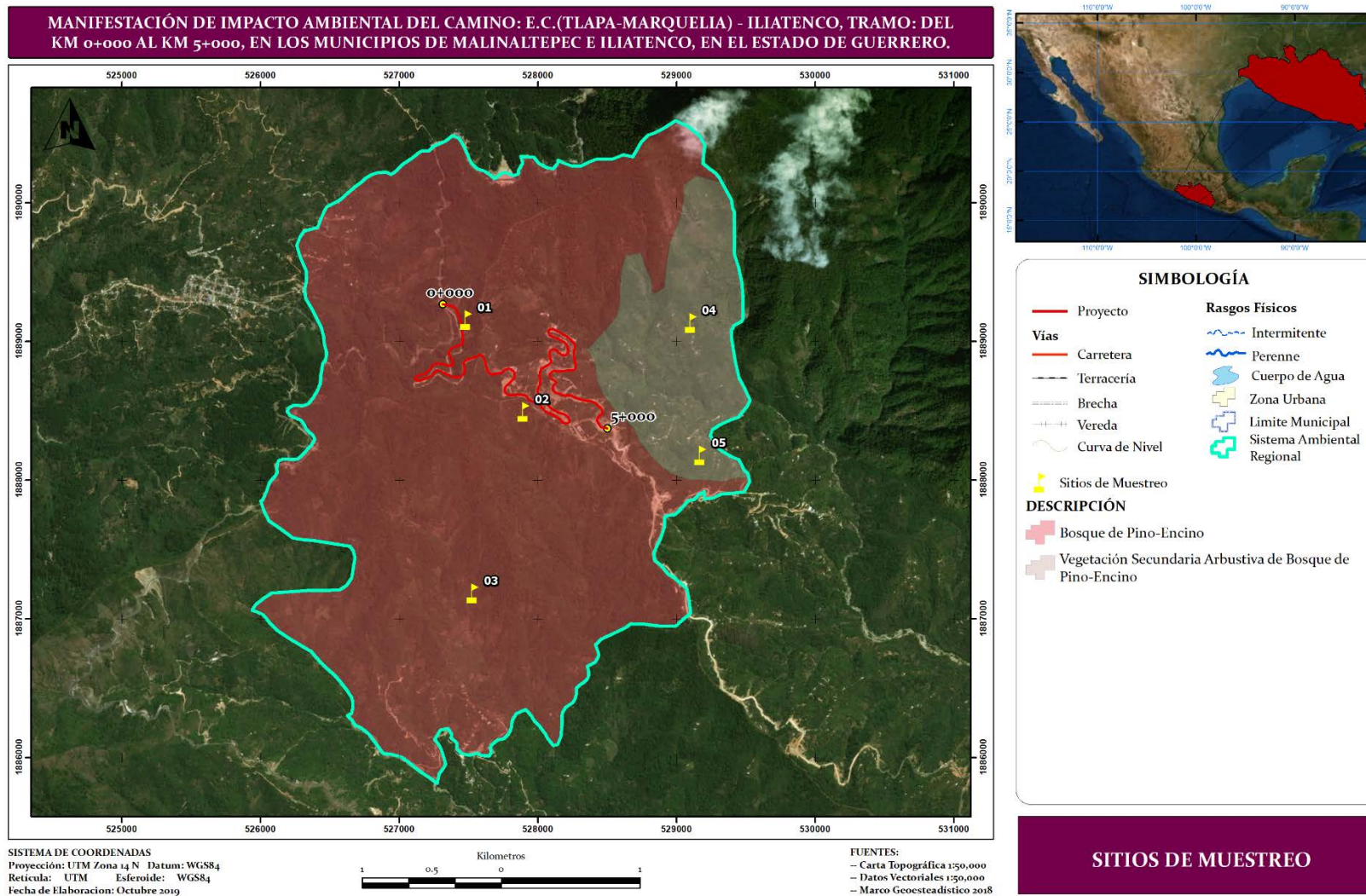
Es importante señalar, que, para complementar el trabajo de campo, se realizaron vuelos con un Dron, con la finalidad de apreciar y tener una idea actualizada de los usos de suelo y vegetación, presentes en el SAR y el trazo proyectado.

Imagen IV. 37. Utilización del Dron en prospección de campo.





Imagen IV. 38. Sitios de Muestreo.



### 3. ANÁLISIS DE DATOS.

La composición de especies y su diversidad fue caracterizada mediante el registro del número de familias, géneros, especies e individuos. Se calculó el índice de diversidad de Shannon, Simpson y equitatividad de Shannon; en base a los datos recopilados en campo y con apoyo de la clave para determinar los tipos de vegetación de México (Miranda y Hernández-X, 1963) y la cartografía de uso de suelo y vegetación del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) serie VI escala 1 250 000, se determinó que los tipos de usos de suelo y vegetación presentes en el Sistema Ambiental Regional son los siguientes:

- Bosque de Pino-Encino.
  - Vegetación secundaria arbustiva de Bosque de Pino-Encino.

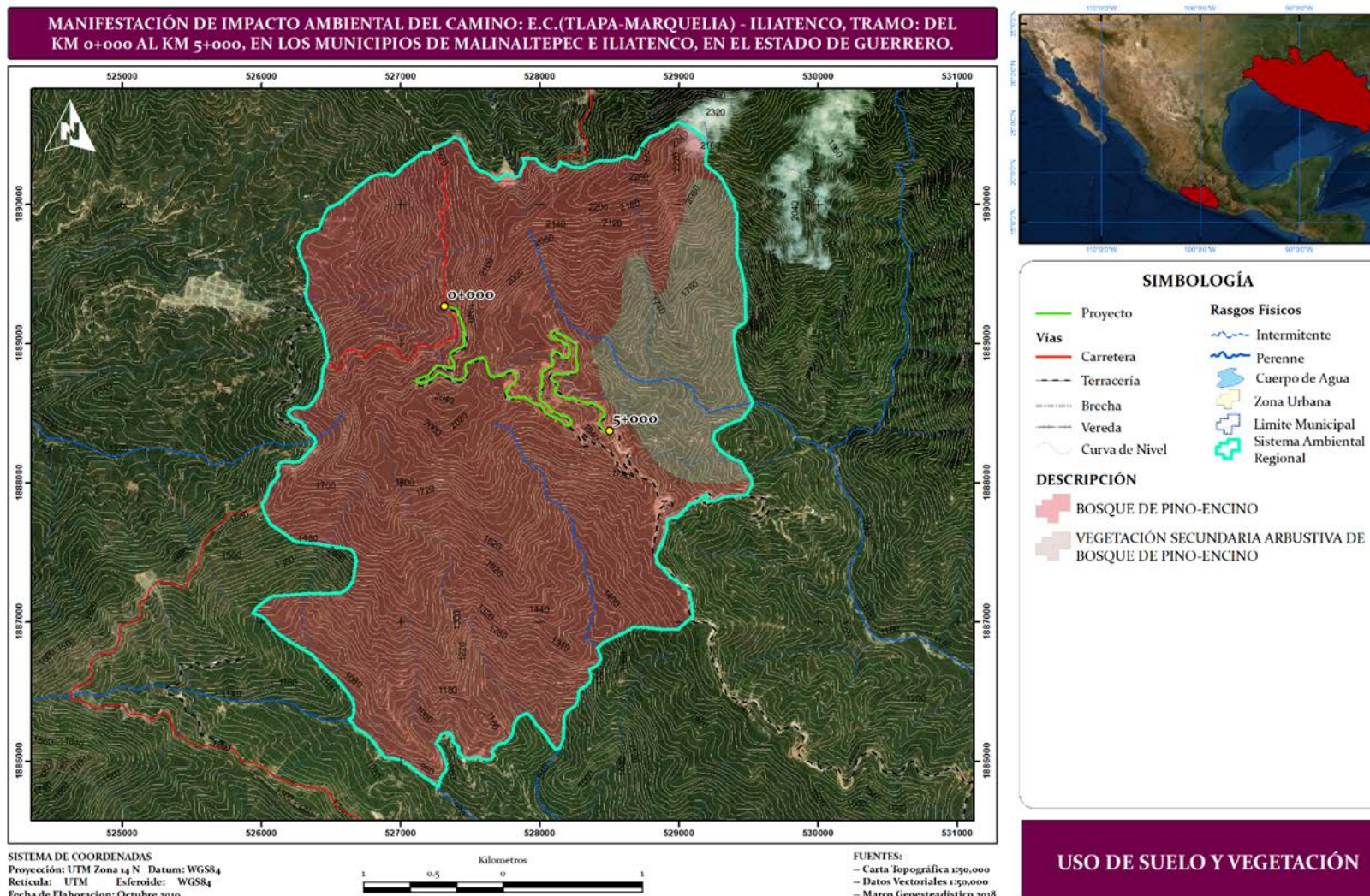
El uso de suelo y vegetación mayormente representada dentro del Sistema Ambiental Regional del proyecto es Bosque de Pino-Encino con el 997.05 Ha. del total del SAR, en segunda instancia la Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Pino-Encino con el 153.99 del total del SAR Lo anterior afirmado se puede corroborar en la siguiente tabla y gráfica:

**Tabla IV. 28.** Usos de suelo y vegetación ocupados en el SAR.

SUPERFICIE SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL = 2611.16		
CVE_UNION	DESCRIPCIÓN	AREA_HA
BPQ	Bosque de Pino-Encino	997.05
VSa/BPQ	Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Pino-Encino	153.99
<b>Total</b>		<b>1151.04</b>

Fuente: SECIRA, 2019.

Imagen IV. 39. Uso de Suelo y Vegetación presente el Sistema Ambiental Regional.



FUENTE: SECIRA, 2019

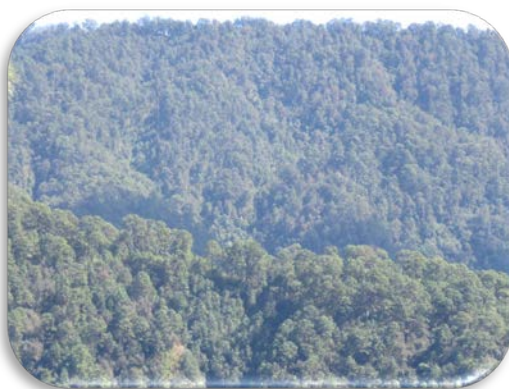
A continuación, se realiza una descripción de los tipos de uso de suelo y vegetación encontrados dentro del SAR, apoyados de la guía para la interpretación de cartografía uso de suelo y vegetación del INEGI Serie VI.

### Bosque de Pino-Encino.

Esta comunidad, junto con los bosques de encino pino se consideran fases de transición en el desarrollo de bosques de pino o encino puros, sin embargo, Challenger afirma que muchos de ellos se consideran vegetación clímax de muchas zonas de México. (INEGI, 2009). Este tipo de bosque se distribuye ampliamente en la mayor parte de la superficie forestal de las partes altas de los sistemas montañosos del país, la cual está compartida por las diferentes especies de pino (*Pinus spp.*) y encino (*Quercus spp.*); siendo dominantes los pinos. (INEGI, 2009). Algunas de las especies más comunes son pino chino (*Pinus leiophylla*), pino (*P. hartwegii*), ocote blanco (*P. montezumae*), pino lacio (*P. pseudostrobus*), pino (*P. rudis*), pino escobetón (*P. michoacana*), pino chino (*P. teocote*), ocote trompillo (*P. oocarpa*), pino ayacahuite (*P. ayacahuite*), pino (*P. pringlei*), *P. duranguensis*, *P.P. duranguensis*, *P. chihuahuana*, *P. engelmannii*, *P. lawsoni*, *P. oaxacana*, encino laurelillo (*Quercus laurina*), encino (*Q. magnoliifolia*), encino blanco (*Q. candicans*), roble (*Q. crassifolia*), encino quebracho (*Q. rugosa*), encino tesmilillo (*Q. crassipes*), encino cucharo (*Q. urbanii*), charrasquillo (*Q. microphylla*), encino colorado (*Q. castanea*), encino prieto (*Q. laeta*), laurelillo (*Q. mexicana*), *Q. glaucoides*, y *Q. scytophylla*. (INEGI, 2009).

Los bosques mezclados de pino-encino, con predominancia de una u otra especie, cubren una superficie potencial de más de 16 millones de hectáreas (INEGI 2005a). Se encuentran en las áreas de transición entre los bosques de encino y los de pino, predominando los primeros a menor altitud y los de pinos a mayor altitud. Aun cuando los géneros de los árboles asociados a los bosques de coníferas y encinos son de afinidad netamente boreal, en este mismo nivel el sotobosque de estas comunidades está compuesto en proporciones similares (37%) por elementos de afinidad neártica y neotropical. También hay un componente endémico muy importante de 27% de los géneros (Rzedowski 1998). Se ha calculado que la contribución total a la flora fanerogámica de México de los ecosistemas de clima templado subhúmedo es de alrededor de 7 000 especies, prácticamente la cuarta parte de la flora nacional (Rzedowski 1998), en la que el recambio de especies entre distintas comunidades es de gran relevancia (Koleff et al. 2004).

Imagen IV. 40. Fotografías de Vegetación de Boque de Pino-Encino.



Este tipo de uso de suelo y vegetación se localiza en la parte Norte y Sureste del SAR, en el cual existen especímenes característicos como *Pinus ayacahuite*, *Pinus patula*, *Quercus castanea*, *Quercus elliptica*, entre otras especies.

### Vegetación Secundaria Arbustiva de Bsoque de Pino-Encino

La vegetación secundaria se define como aquel estado sucesional de la vegetación en el que hay indicios de que ha sido eliminada o perturbada a un grado que ha sido modificada sustancialmente (INEGI, 2009).

Se identifica la fase sucesional que se presenta cuando la vegetación es removida o perturbada, es de los siguientes tipos:

- Arbórea
- Arbustiva
- Herbácea

**Imagen IV. 41.** Fotografías de Vegetación Secundaria Arbustiva de Boque de Pino-Encino.



Este tipo de uso de suelo y vegetación se localiza en la parte Noroeste del SAR, en pequeños fragmentos, con espacios abiertos, en el cual existen especímenes característicos como *Quercus peduncularis*, *Verbesina fastigiata* y *Arbutus xalapensis*.

### CARACTERÍSTICAS DE LA VEGETACIÓN.

De la superficie total del SAR (1151.04), solo se ocuparán para el proyecto 5.61 ha, que representa el 0.48 % de toda la superficie del SAR, es decir que el 99.51 % del SAR no tendrá ninguna interacción, ni afectación directa con las actividades del proyecto, destacando que la movilidad de la sociedad y la economía es la que incluirá en ese espacio territorial. Se tiene que el área ocupada por el proyecto 5.61 ha, que será afectada en diferentes grados por el trazo del proyecto con un ancho de derecho de vía del 7 m, ocupará únicamente el área de del uso de suelo denominado Boque de Pino-Encino.

**Tabla IV. 29.** Resumen de vegetación de probable de afectación debido al trazo del proyecto.

SUPERFICIE USV ANCHO DE CORONA KM 4+125 AL 5+000 (3.5m Cada Lado)		
CVE_UNION	DESCRIPCIÓN	AREA_HA
BPO	Bosque de Pino-Encino	0.61
SUPERFICIE USV LINEA DE CEROS (5 m Cada Lado)		
CVE_UNION	DESCRIPCIÓN	AREA_HA
BPO	Bosque de Pino-Encino	5.00
<b>SUPERFICIE TOTAL DE AFECTACIÓN</b>		<b>5.61</b>

Fuente: SECIRA, 2019.

Cabe puntualizar que debido a la apertura del proyecto, será necesario solicitar autorización en materia de cambio de uso de suelo por una superficie de 5.61 hectáreas, la cual fue considerada de acuerdo a la definición que establece el REIA en su artículo 3 fracción I que a la letra señala: "Cambio de uso de suelo: Modificación de la vocación natural o predominante de los terrenos, llevada a cabo por el hombre a través de la remoción total o parcial de la vegetación", así como, la definición que señala la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDDFS) en su artículo 7, inciso V) que a la letra indica: "Cambio de uso de suelo en terreno forestal: La remoción total o parcial de la vegetación de los terrenos forestales para destinarlos a actividades no forestales". Por lo tanto, cabe señalar que en ambas definiciones no incluyen o descartan la vegetación secundaria para destinarla a una actividad no forestal, por lo que dicho estado sucesional de vegetación fue considerado para el proyecto en cuestión.

Cabe reiterar que serán 5.61 ha de Bosque de Pino-Encino las que se solicitara autorización en cambio de uso de suelo y vegetación, como lo muestra la siguiente tabla.

**Tabla IV. 30.** Cambio Uso de Suelo.

CLAVE	USO DE SUELO Y VEGETACIÓN	ÁREA (HECTÁREAS)	PORCENTAJE %
BPO	Bosque de Pino-Encino	5.61	100.00
	Total	5.61	100.00

Fuente: SECIRA, 2019

Con la finalidad de conocer la composición florística del SAR y el área del trazo proyectado, como ya se ha señalado se realizaron 5 muestreos por conglomerados el acumulado de los mismos se muestra a continuación.

Tabla IV. 31. Acumulado de los sitios de muestreo Conglomerado 1.

CONGLOMERADO 1

Uso de Suelo y Vegetación	Bosque de Pino-Encino	Coordenadas	Longitud	527481	Latitud	1889153	
Familia	Especie	Nombre común	Frecuencia	Altura (m)	DAP y /o Longitud (cm)	FB	NOM-059-SEMARNAT
Pinaceae	<i>Pinus ayacahuite</i>	Ocote blanco	12	18.2	115	A	Sin estatus
Pinaceae	<i>Pinus maximinoi</i>	Pino candelillo	8	16.3	93	A	Sin estatus
Pinaceae	<i>Pinus oocarpa</i>	Ocote	10	17.4	86	A	Sin estatus
Fagaceae	<i>Quercus crassifolia</i>	Encino colorado	5	8.3	71	A	Sin estatus
Fagaceae	<i>Quercus castanea</i>	Encino capulincillo	17	6.7	63	A	Sin estatus
Fabaceae	<i>Acacia acatlesis</i>	Tlahuitol	5	4.3	42	Ar	Sin estatus
Asteraceae	<i>Ageratina adenophora</i>	Flor de espuma	18	2.1	10	Ar	Sin estatus
Betulaceae	<i>Alnus jorullensis</i>	Ixe	10	4.3	43	Ar	Sin estatus
Theaceae	<i>Cleyera integrifolia</i>	Flor de tila	6	2.4	22	Ar	Sin estatus
Asteraceae	<i>Ageratina glabrata</i>	Chamisa	13	1.1	13	H	Sin estatus
<b>Total</b>			<b>104</b>				

Fuente: SECIRA, 2019

Tabla IV. 32. Acumulado de los sitios de muestreo Conglomerado 2.

CONGLOMERADO 2

Uso de Suelo y Vegetación	Bosque de Pino-Encino	Coordenadas	Longitud	527897	Latitud	1888492	
Familia	Especie	Nombre común	Frecuencia	Altura (m)	DAP y /o Longitud (cm)	FB	NOM-059-SEMARNAT
Pinaceae	<i>Pinus ayacahuite</i>	Ocote blanco	16	20.4	115	A	Sin estatus
Pinaceae	<i>Pinus oocarpa</i>	Ocote	10	18.3	86	A	Sin estatus
Pinaceae	<i>Pinus patula</i>	Pino colorado	8	6.5	95	A	Sin estatus
Pinaceae	<i>Pinus pseudostrobus</i>	Pino lacio	15	16.2	101	A	Sin estatus
Fagaceae	<i>Quercus crassifolia</i>	Encino colorado	5	8.3	71	A	Sin estatus
Fagaceae	<i>Quercus peduncularis</i>	Encino avellano	11	6.4	89	A	Sin estatus
Fagaceae	<i>Quercus castanea</i>	Encino capulincillo	15	6.7	63	A	Sin estatus
Betulaceae	<i>Alnus jorullensis</i>	Ixe	8	4.2	43	Ar	Sin estatus
Theaceae	<i>Cleyera integrifolia</i>	Flor de tila	5	2.5	22	Ar	Sin estatus
Clethraceae	<i>Clethra mexicana</i>	Aguacatillo	9	4.6	67	A	Sin estatus
Dryopteridaceae	<i>Dryopteris wallichiana</i>	Cabeza de chivo	3	1.1	35	H	Sin estatus
Fabaceae	<i>Acacia pennatula</i>	Tepame	10	5.3	54	Ar	Sin estatus
Agavaceae	<i>Agave angustifolia</i>	Espadin	4	1.3	39	Ar	Sin estatus
Papaveraceae	<i>Bocconia frutescens</i>	Llora sangre	6	2.4	42	Ar	Sin estatus
Betulaceae	<i>Carpinus caroliniana</i>	Lechillo	4	3.9	51	A	Sin estatus
Asteraceae	<i>Ageratina glabrata</i>	Chamisa	19	1.2	21	H	Sin estatus
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i>	Capulin	14	4.6	65	A	Sin estatus
<b>Total</b>			<b>162</b>				

Fuente: SECIRA, 2019



Tabla IV. 33. Acumulado de los sitios de muestreo Conglomerado 3.

CONGLOMERADO 3

Uso de Suelo y Vegetación	Bosque de Pino-Encino	Coordenadas	Longitud	527529	Latitud	1887182	
Familia	Especie	Nombre común	Frecuencia	Altura (m)	DAP y/o Longitud (cm)	FB	NOM-059-SEMARNAT
Pinaceae	<i>Pinus ayacahuite</i>	Ocote blanco	19	19.3	115	A	Sin estatus
Pinaceae	<i>Pinus oocarpa</i>	Ocote	8	18.5	86	A	Sin estatus
Pinaceae	<i>Pinus patula</i>	Pino colorado	6	6.7	95	A	Sin estatus
Pinaceae	<i>Pinus pseudostrobus</i>	Pino lacio	14	17.3	101	A	Sin estatus
Pinaceae	<i>Pinus maximinoi</i>	Pino candelillo	5	18.1	93	A	Sin estatus
Fagaceae	<i>Quercus candicans</i>	Encino ancho	8	7.3	74	A	Sin estatus
Fagaceae	<i>Quercus elliptica</i>	Encino blanco	10	5.4	72	A	Sin estatus
Fagaceae	<i>Quercus rugosa</i>	Encino prieto	6	6.4	65	A	Sin estatus
Fabaceae	<i>Calliandra grandiflora</i>	Cabello de ángel	21	1.8	12	Ar	Sin estatus
Fabaceae	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	Palo dulce	7	3.4	34	A	Sin estatus
Fabaceae	<i>Inga jinicuil</i>	Algodoncillo	3	4.9	54	A	Sin estatus
Ericaceae	<i>Arbutus xalapensis</i>	Madroño	16	2.5	21	Ar	Sin estatus
Poaceae	<i>Aristida ternipes</i>	Zacaton	13	1.3	16	H	Sin estatus
Fabaceae	<i>Acacia pennatula</i>	Tepame	8	5.4	51	Ar	Sin estatus
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i>	Capulin	11	4.3	60	A	Sin estatus
Asteraceae	<i>Ageratina adenophora</i>	Flor de espuma	16	2.2	10	Ar	Sin estatus
	<b>Total</b>		<b>171</b>				

Fuente: SECIRA, 2019

Tabla IV. 34. Acumulado de los sitios de muestreo Conglomerado 4.

CONGLOMERADO 4

Uso de Suelo y Vegetación	Vegetación secundaria arbustiva de Bosque de Pino-Encino	Coordenadas	Longitud	527529	Latitud	1887182	
Familia	Especie	Nombre común	Frecuencia	Altura (m)	DAP y/o Longitud (cm)	FB	NOM-059-SEMARNAT
Pinaceae	<i>Pinus oocarpa</i>	Ocote	14	17.3	85	A	Sin estatus
Pinaceae	<i>Pinus maximinoi</i>	Pino candelillo	7	16.4	74	A	Sin estatus
Fagaceae	<i>Quercus elliptica</i>	Encino blanco	7	5.3	70	A	Sin estatus
Fagaceae	<i>Quercus rugosa</i>	Encino prieto	10	6.5	64	A	Sin estatus
Ericaceae	<i>Arbutus xalapensis</i>	Madroño	35	2.6	19	Ar	Sin estatus
Poaceae	<i>Aristida ternipes</i>	Zacaton	13	1.4	15	H	Sin estatus
Dennstaedtiaceae	<i>Pteridium aquilinum</i>	Alambriillo	41	1.2	33	Ar	Sin estatus
Lauraceae	<i>Nectandra globosa</i>	Aguacatillo	6	3.8	46	A	Sin estatus
Araliaceae	<i>Oreopanax xalapensis</i>	Mazorco	8	4.3	51	A	Sin estatus
Asteraceae	<i>Baccharis salicifolia</i>	Jara	17	1.6	12	Ar	Sin estatus
Fabaceae	<i>Acacia farnesiana</i>	Huizache	15	2.1	19	Ar	Sin estatus
Meliaceae	<i>Cedrela oaxacensis</i>	Cedro	5	4.9	48	A	Sin estatus
Total			178				

Fuente: SECIRA, 2019

Tabla IV. 35. Acumulado de los sitios de muestreo Conglomerado 5.

CONGLOMERADO 5

Uso de Suelo y Vegetación	Vegetación secundaria arbustiva de Bosque de Pino-Encino	Coordenadas	Longitud	529172	Latitud	1888179	
Familia	Especie	Nombre común	Frecuencia	Altura (m)	DAP y/o Longitud (cm)	FB	NOM-059-SEMARNAT
Pinaceae	<i>Pinus ayacahuite</i>	Ocote blanco	14	18.3	110	A	Sin estatus
Pinaceae	<i>Pinus oocarpa</i>	Ocote	12	15.2	86	A	Sin estatus
Pinaceae	<i>Pinus patula</i>	Pino colorado	5	6.5	94	A	Sin estatus
Fagaceae	<i>Quercus elliptica</i>	Encino blanco	8	5.3	73	A	Sin estatus
Fagaceae	<i>Quercus crassifolia</i>	Encino colorado	4	8.2	70	A	Sin estatus
Fagaceae	<i>Quercus peduncularis</i>	Encino avellano	10	6.5	85	A	Sin estatus
Ericaceae	<i>Arbutus xalapensis</i>	Madroño	42	2.5	16	Ar	Sin estatus
Dennstaedtiaceae	<i>Pteridium aquilinum</i>	Alambriillo	53	1.3	32	Ar	Sin estatus
Meliaceae	<i>Cedrela oaxacensis</i>	Cedro	2	4.5	44	A	Sin estatus
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i>	Capulin	5	4.2	65	A	Sin estatus
Musaceae	<i>Musa paradisiaca</i>	Platano	2	3.4	67	Ar	Sin estatus
Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i>	Higuerilla	10	2.6	13	Ar	Sin estatus
Agavaceae	<i>Yucca elephantipes</i>	Yuca	1	3.4	54	A	Sin estatus
Fabaceae	<i>Calliandra grandiflora</i>	Cabello de ángel	12	1.5	15	Ar	Sin estatus
Poaceae	<i>Aristida tenipes</i>	Zacaton	11	1.8	15	H	Sin estatus
<b>Total</b>			<b>191</b>				

Fuente: SECIRA, 2019

## ESTRUCTURA DE LA VEGETACIÓN.

Para el análisis de la composición florística y valor estructural se utilizaron las siguientes ecuaciones:

El índice de Simpson (Krebs, 1998), el cual indica la probabilidad de que dos individuos tomados al azar en una muestra sean de la misma especie, la fórmula utilizada es la siguiente:

$$D = \frac{\sum_{i=1}^S n_i (n_i - 1)}{N(N - 1)}$$

**Dónde:**

**S:** es el número de especies.

**N:** es el total de organismos presentes (o unidades cuadradas).

**ni:** es el número de ejemplares por especie.

Este índice está altamente influenciado por la importancia de las especies más dominantes (Magurran, 1988; Peet, 1974), y su complemento (1-D) representa una medida de diversidad. El índice de Shannon, este índice mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar en una muestra, (Magurran, 1988; Peet, 1974; Baev y Penev, 1995). Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre 0, cuando hay una sola especie, y el valor máximo suele ser cercano a 5 (puede haber ecosistemas que lo superen), que indica que todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran, 1988).

**Dónde:**

**S:** número de especies (la riqueza de especies)

**Pi:** proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie i):  $\frac{n_i}{N}$

$$H' = \sum_{i=1}^S p_i \log_2(p_i)$$

**ni:** número de individuos de la especie i

**N:** número de todos los individuos de todas las especies.

La Equitatividad mide el grado de igualdad de distribución de la abundancia (número de individuos, cobertura, biomasa) de las especies; el valor máximo es de 1 y ocurre cuando todas las especies presentan la misma abundancia. La fórmula utilizada para equitatividad es la siguiente:

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

**Dónde:**

**H':** índice de diversidad

**H'\_{max}** = valor máximo de D

Con la finalidad de jerarquizar la dominancia de cada especie en cada tipo de vegetación por los que atraviesa el trazo del proyecto, se utilizó el siguiente índice de valoración estructural: Índice de Valor de Importancia (IVI) (Zarco-Espinosa et al., 2010). Éste se calculó de la siguiente manera:

$$IVI = \text{Dominancia relativa} + \text{Densidad relativa} + \text{Frecuencia relativa}$$

La dominancia (estimador de biomasa: área basal, cobertura) relativa se obtuvo de la siguiente manera:

$$\text{Dominancia relativa} = \frac{\text{Dominancia absoluta por especie}}{\text{Dominancia absoluta de todas las especies}} \times 100$$

Dónde:

$$\text{Dominancia absoluta} = \frac{\text{Área basal de una especie}}{\text{Área muestreada}}$$

El área basal (AB) de los árboles se obtuvo con la fórmula siguiente:

$$AB = \frac{\pi}{4} DAP^2$$

La densidad relativa se calculó de la siguiente manera:

$$\text{Densidad relativa} = \frac{\text{Densidad absoluta por cada especie}}{\text{Densidad absoluta de todas las especies}} \times 100$$

Dónde:

$$\text{Densidad absoluta} = \frac{\text{Número de individuos de una especie}}{\text{Área muestreada}}$$

La frecuencia relativa se calculó de la siguiente manera:

$$\text{Frecuencia relativa} = \frac{\text{Frecuencia absoluta por cada especie}}{\text{Frecuencia absoluta de todas las especies}} \times 100$$

Dónde:

$$\text{Frecuencia absoluta} = \frac{\text{Número de sitios en los que se presenta cada especie}}{\text{Número total de sitios muestreados por tipo de vegetación}}$$

## ANÁLISIS GENERAL POR TODO EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.

De los 5 conglomerados realizados en todo el SAR se obtuvo una riqueza de 803 individuos pertenecientes a 37 especies, correspondientes a 19 familias. En cuanto a la estructura vertical se tiene que *Pinus ayacahuite* es la que tiene la mayor altura con 20.4 metros, seguido de *Pinus oocarpa* con 18.5 metros y *Pinus maximinoi* con 18.1 son las especies con mayor altura dentro del Sistema Ambiental Regional.

En lo que respecta al cálculo del índice de Simpson (el cual indica la probabilidad de encontrar dos individuos de especies diferentes en dos extracciones sucesivas al azar sin reposición) este fue de 0.94, cabe señalar que este índice les da un peso mayor a las especies abundantes subestimando las especies raras, tomando valores entre '0' (baja diversidad) hasta un máximo de 1 indicativo de una alta diversidad. Mientras el Índice de diversidad de Shannon fue de 3.19, el cual asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra, adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos, y tomando en cuenta la interpretación de este Índice con base a lo sugerido por Magurran (1989), se establece que la Diversidad en el SAR del proyecto es Alta, con una Equitatividad (grado de igualdad de la distribución de la abundancia de las especies) media de 0.88, en donde el número 1 indica que todas las especies son igualmente abundantes y el 0 señala la ausencia de uniformidad.

Finalmente, el Índice Valor de Importancia nos muestra que la mayor dominancia la tiene *Pinus ayacahuite* con 23.83 la cual es una especie característica de vegetación de Pino-Encino en diferentes sucesiones y *Pinus oocarpa* con 18.5 lo que evidencia la dominancia de coníferas en el SAR.

Tabla IV. 36. Estimación del Valor de Importancia del Sistema Ambiental Regional.

Familia	Especie	Nombre común	Frecuencia	F B	NOM-059-SEMAR NAT	No. sitios	Área basal	Dominancia absoluta	Densidad absoluta	Frecuencia absoluta	Dominancia relativa	Densidad relativa	Frecuencia relativa	IVI
Fabaceae	<i>Acacia acatlesis</i>	Tlahuitol	5	A	Sin estatus	1	1385.4456	0.01428606	0.00620347	0.01388889	1.42860622	0.62034739	1.38888889	3.44
Fabaceae	<i>Acacia farnesiana</i>	Huizache	15	A	Sin estatus	1	283.5294	0.00292362	0.01861042	0.01388889	0.29236216	1.86104218	1.38888889	3.54
Fabaceae	<i>Acacia pennatula</i>	Tepame	18	A	Sin estatus	2	2042.8254	0.02106465	0.02233251	0.02777778	2.1064653	2.23325062	2.77777778	7.12
Agavaceae	<i>Agave angustifolia</i>	Espadín	4	A	Sin estatus	1	1194.5934	0.01231808	0.00496278	0.01388889	1.23180843	0.49627792	1.38888889	3.12
Asteraceae	<i>Ageratina adenophora</i>	Flor de espuma	34	A	Sin estatus	2	78.54	0.00080987	0.04218362	0.02777778	0.08098675	4.21836228	2.77777778	7.08
Asteraceae	<i>Ageratina glabrata</i>	Chamisa	32	H	Sin estatus	2	346.3614	0.00357152	0.03970223	0.02777778	0.35715156	3.97022333	2.77777778	7.11
Betulaceae	<i>Alnus jorullensis</i>	Ixe	18	A	Sin estatus	2	1452.2046	0.01497445	0.02233251	0.02777778	1.49744496	2.23325062	2.77777778	6.51
Ericaceae	<i>Arbutus xalapensis</i>	Madroño	93	A	Sin estatus	3	283.5294	0.00292362	0.11538462	0.04166667	0.29236216	11.5384615	4.16666667	16.00
Poaceae	<i>Aristida ternipes</i>	Zacatón	37	H	Sin estatus	3	176.715	0.0018222	0.04590571	0.04166667	0.18222018	4.59057072	4.16666667	8.94
Asteraceae	<i>Baccharis salicifolia</i>	Jara	17	A	Sin estatus	3	113.0976	0.00116621	0.02109181	0.04166667	0.11662092	2.10918114	4.16666667	6.39
Papaveraceae	<i>Bocconia frutescens</i>	Llora sangre	6	A	Sin estatus	1	1385.4456	0.01428606	0.00744417	0.01388889	1.42860622	0.74441687	1.38888889	3.56
Fabaceae	<i>Calliandra grandiflora</i>	Cabello de ángel	33	A	Sin estatus	2	113.0976	0.00116621	0.04094293	0.02777778	0.11662092	4.0942928	2.77777778	6.99
Betulaceae	<i>Carpinus caroliniana</i>	Lechillo	4	A	Sin estatus	1	2042.8254	0.02106465	0.00496278	0.01388889	2.1064653	0.49627792	1.38888889	3.99
Meliaceae	<i>Cedrela oaxacensis</i>	Cedro	7	A	Sin estatus	2	1809.5616	0.01865935	0.00868486	0.02777778	1.86593466	0.86848635	2.77777778	5.51
Clethraceae	<i>Clethra mexicana</i>	Aguacatillo	9	A	Sin estatus	1	3525.6606	0.03635495	0.01116625	0.01388889	3.63549509	1.11662531	1.38888889	6.14
Theaceae	<i>Cleyera integrifolia</i>	Flor de tila	11	A	Sin estatus	2	380.1336	0.00391976	0.01364764	0.02777778	0.39197586	1.36476427	2.77777778	4.53
Dryopteridaceae	<i>Dryopteris wallichiana</i>	Cabeza de chivo	3	H	Sin estatus	1	962.115	0.00992088	0.00372208	0.01388889	0.99208765	0.37220844	1.38888889	2.75

Fuente: SECIRA, 2019

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL CAMINO: E.C.(TLAPA-MARQUELIA) - ILIATENCO, TRAMO: DEL KM 0+000 AL KM 5+000, EN LOS MUNICIPIOS DE MALINALTEPEC E ILIATENCO, EN EL ESTADO DE GUERRERO.



Fabaceae	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	Palo dulce	7	A	Sin estatus	1	907.92 24	0.00936207	0.00868486	0.01388889	0.9362068	0.86848635	1.38888889	3.19
Fabaceae	<i>Inga jinicuil</i>	Algodoncillo	3	A	Sin estatus	1	2290.2 264	0.02361574	0.00372208	0.01388889	2.36157355	0.37220844	1.38888889	4.12
Musaceae	<i>Musa paradisiaca</i>	Plátano	2	A	Sin estatus	1	3525.6 606	0.03635495	0.00248139	0.01388889	3.63549509	0.24813896	1.38888889	5.27
Lauraceae	<i>Nectandra globosa</i>	Aguacatillo	6	A	Sin estatus	1	1661.9 064	0.0171368	0.00744417	0.01388889	1.71367957	0.74441687	1.38888889	3.85
Araliaceae	<i>Oreopanax xalapensis</i>	Mazorco	8	A	Sin estatus	1	2042.8 254	0.02106465	0.00992556	0.01388889	2.1064653	0.99255583	1.38888889	4.49
Pinaceae	<i>Pinus ayacahuite</i>	Ocote blanco	61	A	Sin estatus	4	10386. 915	0.10710497	0.07568238	0.05555556	10.7104973	7.56823821	5.55555556	23.83
Pinaceae	<i>Pinus maximinoi</i>	Pino candelillo	20	A	Sin estatus	3	6792.9 246	0.07004544	0.0248139	0.04166667	7.00454378	2.48138958	4.16666667	13.65
Pinaceae	<i>Pinus oocarpa</i>	Ocote	54	A	Sin estatus	5	5808.8 184	0.0598978	0.06699752	0.06944444	5.98977983	6.69975186	6.94444444	19.63
Pinaceae	<i>Pinus patula</i>	Pino colorado	19	A	Sin estatus	3	7088.2 35	0.07309054	0.0235732	0.04166667	7.30905395	2.3573201	4.16666667	13.83
Pinaceae	<i>Pinus pseudostrobus</i>	Pino lacio	29	A	Sin estatus	2	8011.8 654	0.08261458	0.03598015	0.02777778	8.26145809	3.59801489	2.77777778	14.64
Dennstaedtiaceae	<i>Pteridium aquilinum</i>	Alambrillo	94	A	Sin estatus	2	804.24 96	0.00829304	0.11662531	0.02777778	0.82930429	11.662531	2.77777778	15.27
Fagaceae	<i>Quercus candicans</i>	Encino ancho	8	A	Sin estatus	1	4300.8 504	0.04434834	0.00992556	0.01388889	4.43483428	0.99255583	1.38888889	6.82
Fagaceae	<i>Quercus castanea</i>	Encino capulincillo	32	A	Sin estatus	2	3117.2 526	0.03214364	0.03970223	0.02777778	3.214364	3.97022333	2.77777778	9.96
Fagaceae	<i>Quercus crassifolia</i>	Encino colorado	14	A	Sin estatus	3	3959.2 014	0.04082542	0.01736973	0.04166667	4.08254193	1.7369727	4.16666667	9.99
Fagaceae	<i>Quercus elliptica</i>	Encino blanco	25	A	Sin estatus	3	4071.5 136	0.04198353	0.03101737	0.04166667	4.19835298	3.10173697	4.16666667	11.47
Fagaceae	<i>Quercus peduncularis</i>	Encino avellano	21	A	Sin estatus	2	5674.5 15	0.05851292	0.02605459	0.02777778	5.85129249	2.60545906	2.77777778	11.23
Fagaceae	<i>Quercus rugosa</i>	Encino prieto	16	A	Sin estatus	2	3216.9 984	0.03317217	0.01985112	0.02777778	3.31721717	1.98511166	2.77777778	8.08
Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i>	Higuerilla	10	A	Sin estatus	1	132.73 26	0.00136868	0.01240695	0.01388889	0.1368676	1.24069479	1.38888889	2.77
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i>	Capulín	30	A	Sin estatus	3	3318.3 15	0.0342169	0.03722084	0.04166667	3.42169007	3.72208437	4.16666667	11.31
Agavaceae	<i>Yucca elephantipes</i>	Yuca	1	A	Sin estatus	1	2290.2 264	0.02361574	0.00124069	0.01388889	2.36157355	0.12406948	1.38888889	3.87



Tabla IV. 37. Relación de índices del Sistema Ambiental Regional.

Concepto	Resultado
Especies	37
Individuos	806
Dominancia	0.0548
Índice de Simpson	0.9451
Índice de Shannon	3.196
Equitatividad	0.8851

Fuente: SECIRA, 2019

Tabla IV. 38. Estructura vertical del Sistema Ambiental Regional.

Familia	Especie	Nombre común	Frecuencia	Altura (m)	DAP y/o Longitud (cm)	FB	NOM-059-SEMARNAT
Dryopteridaceae	<i>Dryopteris wallichiana</i>	Cabeza de chivo	3	1.1	35	H	Sin estatus
Asteraceae	<i>Ageratina glabrata</i>	Chamisa	32	1.2	21	H	Sin estatus
Agavaceae	<i>Agave angustifolia</i>	Espadín	4	1.3	39	Ar	Sin estatus
Dennstaedtiaceae	<i>Pteridium aquilinum</i>	Alambriillo	94	1.3	32	Ar	Sin estatus
Asteraceae	<i>Baccharis salicifolia</i>	Jara	17	1.6	12	Ar	Sin estatus
Poaceae	<i>Aristida ternipes</i>	Zacatón	37	1.8	15	H	Sin estatus
Fabaceae	<i>Calliandra grandiflora</i>	Cabello de ángel	33	1.8	12	Ar	Sin estatus
Fabaceae	<i>Acacia farnesiana</i>	Huizache	15	2.1	19	Ar	Sin estatus
Asteraceae	<i>Ageratina adenophora</i>	Flor de espuma	34	2.2	10	Ar	Sin estatus
Papaveraceae	<i>Bocconia frutescens</i>	Llora sangre	6	2.4	42	Ar	Sin estatus
Theaceae	<i>Cleyera integrifolia</i>	Flor de tila	11	2.5	22	Ar	Sin estatus
Ericaceae	<i>Arbutus xalapensis</i>	Madroño	93	2.6	19	Ar	Sin estatus
Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i>	Higuerilla	10	2.6	13	Ar	Sin estatus
Fabaceae	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	Palo dulce	7	3.4	34	A	Sin estatus
Musaceae	<i>Musa paradisiaca</i>	Plátano	2	3.4	67	Ar	Sin estatus
Agavaceae	<i>Yucca elephantipes</i>	Yuca	1	3.4	54	A	Sin estatus
Lauraceae	<i>Nectandra globosa</i>	Aguacatillo	6	3.8	46	A	Sin estatus
Betulaceae	<i>Carpinus caroliniana</i>	Lechillo	4	3.9	51	A	Sin estatus
Fabaceae	<i>Acacia acatlesis</i>	Tlahuitol	5	4.3	42	Ar	Sin estatus
Betulaceae	<i>Alnus jorullensis</i>	Ixe	18	4.3	43	Ar	Sin estatus
Araliaceae	<i>Oreopanax xalapensis</i>	Mazorco	8	4.3	51	A	Sin estatus
Clethraceae	<i>Clethra mexicana</i>	Aguacatillo	9	4.6	67	A	Sin estatus
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i>	Capulín	30	4.6	65	A	Sin estatus
Meliaceae	<i>Cedrela oaxacensis</i>	Cedro	7	4.9	48	A	Sin estatus
Fabaceae	<i>Inga jinicuil</i>	Algodoncillo	3	4.9	54	A	Sin estatus

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL CAMINO: E.C.(TLAPA-MARQUELIA) - ILIATENCO, TRAMO: DEL KM 0+000 AL KM 5+000, EN LOS MUNICIPIOS DE MALINALTEPEC E ILIATENCO, EN EL ESTADO DE GUERRERO.



Fabaceae	<i>Acacia pennatula</i>	Tepame	18	5.4	51	Ar	Sin estatus
Fagaceae	<i>Quercus elliptica</i>	Encino blanco	25	5.4	72	A	Sin estatus
Fagaceae	<i>Quercus peduncularis</i>	Encino avellano	21	6.5	85	A	Sin estatus
Fagaceae	<i>Quercus rugosa</i>	Encino prieto	16	6.5	64	A	Sin estatus
Pinaceae	<i>Pinus patula</i>	Pino colorado	19	6.7	95	A	Sin estatus
Fagaceae	<i>Quercus castanea</i>	Encino capulincillo	32	6.7	63	A	Sin estatus
Fagaceae	<i>Quercus candicans</i>	Encino ancho	8	7.3	74	A	Sin estatus
Fagaceae	<i>Quercus crassifolia</i>	Encino colorado	14	8.3	71	A	Sin estatus
Pinaceae	<i>Pinus pseudostrabus</i>	Pino lacio	29	17.3	101	A	Sin estatus
Pinaceae	<i>Pinus maximinoi</i>	Pino candelillo	20	18.1	93	A	Sin estatus
Pinaceae	<i>Pinus oocarpa</i>	Ocote	54	18.5	86	A	Sin estatus
Pinaceae	<i>Pinus ayacahuite</i>	Ocote blanco	61	20.4	115	A	Sin estatus

Fuente: SECIRA, 2019

Imagen IV. 42. Gráfica de la Estructura Vertical del Sistema Ambiental Regional.

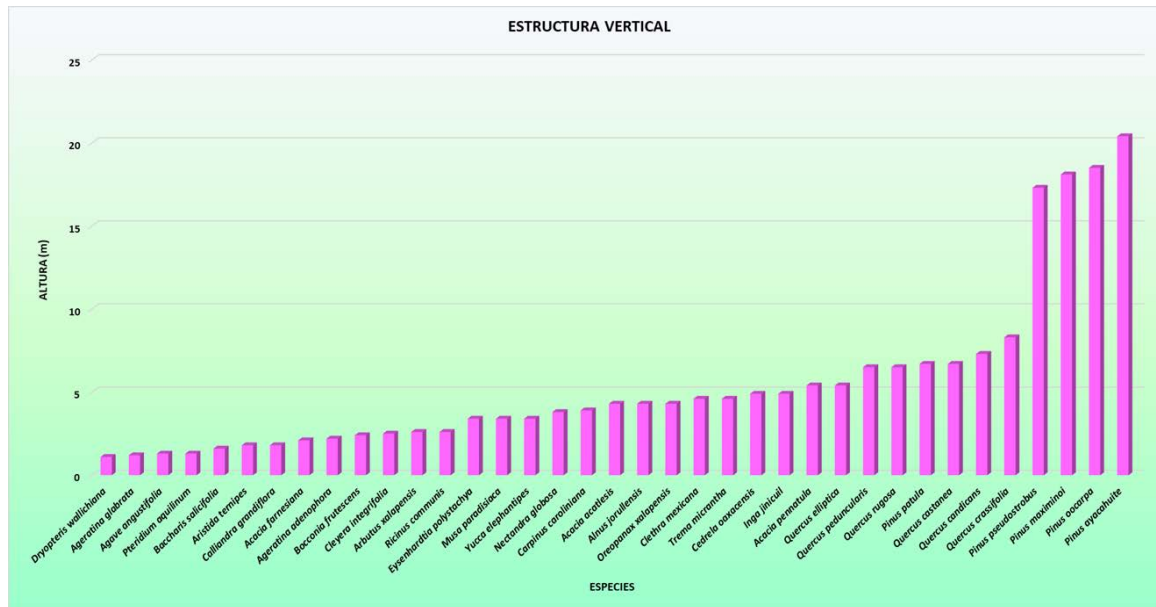


Imagen IV. 43. Índice de Valor de Importancia del Sistema Ambiental Regional.



## ANÁLISIS POR TIPO DE VEGETACIÓN.

A continuación, se realiza el análisis correspondiente por tipo de Uso de suelo y Vegetación encontrado en el SAR.

### BOSQUE DE PINO-ENCINO.

En este tipo de vegetación se encontró una riqueza de 437 individuos pertenecientes a 28 especies, pertenecientes a 13 familias. En cuanto a la estructura vertical se tiene que *Pinus ayacahuite* con 20.4 metros es el que ocupa la primera posición en este sentido, seguido de *Pinus oocarpa* con 18.5 metros y *Pinus maximinoi* con 18.1 metros.

En lo que respecta al cálculo del índice de Simpson (el cual indica la probabilidad de encontrar dos individuos de especies diferentes en dos extracciones sucesivas al azar sin reposición) este fue de 0.94, cabe señalar que este índice le da un peso mayor a las especies abundantes subestimando las especies raras, tomando valores entre '0' (baja diversidad) hasta un máximo de 1 indicativo de una alta diversidad. Mientras el Índice de diversidad de Shannon fue de 3.01, el cual asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra, adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos, y tomando en cuenta la interpretación de este Índice con base a lo sugerido por Magurran (1989), se establece que la Diversidad en este uso de suelo del proyecto es Media-Alta, con una Equitatividad Alta (grado de igualdad de la distribución de la abundancia de las especies) de 0.92, en donde el número 1 indica que todas las especies son igualmente abundantes y el 0 señala la ausencia de uniformidad.

Finalmente, el Índice Valor de Importancia nos muestra que la mayor dominancia la tiene *Pinus ayacahuite* con 29.70, *Pinus pseudostrabus* con 20.56 y *Pinus oocarpa* 20.07, son las especies que presentan más alto este valor.

Tabla IV. 39. Estimación del Valor de Importancia del Bosque de Pino-Encino.

Familia	Especie	Nombre común	Frecuencia	F B	NOM-059-SEMAR NAT	No. sitios	Área basal	Dominancia absoluta	Densidad absoluta	Frecuencia absoluta	Dominancia relativa	Densidad relativa	Frecuencia relativa	IVI
Fabaceae	<i>Acacia acatlesis</i>	Tlahuitol	5	A	Sin estatus	1	1385.4 456	0.01628974	0.01118568	0.02325581	1.62897433	1.11856823	2.3255814	5.07
Fabaceae	<i>Acacia pennatula</i>	Tepame	18	A	Sin estatus	2	2042.8 254	0.02401906	0.04026846	0.04651163	2.40190603	4.02684564	4.65116279	11.08
Agavaceae	<i>Agave angustifolia</i>	Espadín	4	A	Sin estatus	1	1194.5 934	0.01404575	0.00894855	0.02325581	1.40457481	0.89485459	2.3255814	4.63
Asteraceae	<i>Ageratina adenophora</i>	Flor de espuma	34	A	Sin estatus	2	78.54	0.00092345	0.07606264	0.04651163	0.09234548	7.60626398	4.65116279	12.35
Asteraceae	<i>Ageratina glabrata</i>	Chamisa	32	H	Sin estatus	2	346.36 14	0.00407244	0.07158837	0.04651163	0.40724358	7.15883669	4.65116279	12.22
Betulaceae	<i>Alnus jorullensis</i>	Ixe	18	A	Sin estatus	2	1452.2 046	0.01707468	0.04026846	0.04651163	1.70746799	4.02684564	4.65116279	10.39
Ericaceae	<i>Arbutus xalapensis</i>	Madroño	16	A	Sin estatus	1	346.36 14	0.00407244	0.03579418	0.02325581	0.40724358	3.57941834	2.3255814	6.31
Poaceae	<i>Aristida ternipes</i>	Zacatón	13	H	Sin estatus	1	201.06 24	0.00236404	0.02908277	0.02325581	0.23640444	2.9082774	2.3255814	5.47
Papaveraceae	<i>Bocconia frutescens</i>	Llora sangre	6	A	Sin estatus	1	1385.4 456	0.01628974	0.01342282	0.02325581	1.62897433	1.34228188	2.3255814	5.30
Fabaceae	<i>Calliandra grandiflora</i>	Cabello de ángel	21	A	Sin estatus	1	113.09 76	0.00132977	0.04697987	0.02325581	0.1329775	4.69798658	2.3255814	7.16
Betulaceae	<i>Carpinus caroliniana</i>	Lechillo	4	A	Sin estatus	1	2042.8 254	0.02401906	0.00894855	0.02325581	2.40190603	0.89485459	2.3255814	5.62
Clethraceae	<i>Clethra mexicana</i>	Aguacatillo	9	A	Sin estatus	1	3525.6 606	0.04145389	0.02013423	0.02325581	4.14538876	2.01342282	2.3255814	8.48
Theaceae	<i>Cleyera integrifolia</i>	Flor de tila	11	A	Sin estatus	2	380.13 36	0.00446952	0.0246085	0.04651163	0.44695214	2.46085011	4.65116279	7.56
Dryopteridaceae	<i>Dryopteris wallichiana</i>	Cabeza de chivo	3	H	Sin estatus	1	962.11 5	0.01131232	0.00671141	0.02325581	1.13123217	0.67114094	2.3255814	4.13
Fabaceae	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	Palo dulce	7	A	Sin estatus	1	907.92 24	0.01067514	0.01565996	0.02325581	1.06751379	1.56599553	2.3255814	4.96
Fabaceae	<i>Inga jinicuil</i>	Algodoncillo	3	A	Sin estatus	1	2290.2 264	0.02692794	0.00671141	0.02325581	2.6927943	0.67114094	2.3255814	5.69
Pinaceae	<i>Pinus ayacahuite</i>	Ocote blanco	47	A	Sin estatus	3	10386. 915	0.1221269	0.10514541	0.06976744	12.2126902	10.5145414	6.97674419	29.70
Pinaceae	<i>Pinus maximoi</i>	Pino candelillo	13	A	Sin estatus	2	6792.9 246	0.07986961	0.02908277	0.04651163	7.98696087	2.9082774	4.65116279	15.55

Pinaceae	<i>Pinus oocarpa</i>	Ocote	28	A	Sin estatus	3	5808.8 184	0.06829872	0.06263982	0.06976744	6.82987196	6.2639821	6.97674419	20.07
Pinaceae	<i>Pinus patula</i>	Pino colorado	14	A	Sin estatus	2	7088.2 35	0.0833418	0.03131991	0.04651163	8.33417989	3.13199105	4.65116279	16.12
Pinaceae	<i>Pinus pseudostrabus</i>	Pino lacio	29	A	Sin estatus	2	8011.8 654	0.09420163	0.06487696	0.04651163	9.42016278	6.48769575	4.65116279	20.56
Fagaceae	<i>Quercus candicans</i>	Encino ancho	8	A	Sin estatus	1	4300.8 504	0.05056839	0.01789709	0.02325581	5.05683868	1.78970917	2.3255814	9.17
Fagaceae	<i>Quercus castanea</i>	Encino capulincillo	32	A	Sin estatus	2	3117.2 526	0.03665192	0.07158837	0.04651163	3.66519224	7.15883669	4.65116279	15.48
Fagaceae	<i>Quercus crassifolia</i>	Encino colorado	10	A	Sin estatus	2	3959.2 014	0.04655136	0.02237136	0.04651163	4.65513583	2.23713647	4.65116279	11.54
Fagaceae	<i>Quercus elliptica</i>	Encino blanco	10	A	Sin estatus	1	4071.5 136	0.0478719	0.02237136	0.02325581	4.78718987	2.23713647	2.3255814	9.35
Fagaceae	<i>Quercus peduncularis</i>	Encino avellano	11	A	Sin estatus	1	6221.1 534	0.07314686	0.0246085	0.02325581	7.31468575	2.46085011	2.3255814	12.10
Fagaceae	<i>Quercus rugosa</i>	Encino prieto	6	A	Sin estatus	1	3318.3 15	0.03901597	0.01342282	0.02325581	3.90159668	1.34228188	2.3255814	7.57
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i>	Capulín	25	A	Sin estatus	2	3318.3 15	0.03901597	0.05592841	0.04651163	3.90159668	5.59284116	4.65116279	14.15

Fuente: SECIRA, 2019

Tabla IV. 40. Relación de índices del Bosque de Pino-Encino.

Concepto	Resultado
Especies	28
Individuos	437
Dominancia	0.0540
Índice de Simpson	0.9459
Índice de Shannon	3.091
Equitatividad	0.9276

Fuente: SECIRA, 2019

Tabla IV. 41. Estructura vertical del Bosque de Pino-Encino.

Familia	Especie	Nombre común	Frecuencia	Altura (m)	DAP y /o Longitud (cm)	FB	NOM-059-SEMARNAT
Dryopteridaceae	<i>Dryopteris wallichiana</i>	Cabeza de chivo	3	1.1	35	H	Sin estatus
Asteraceae	<i>Ageratina glabrata</i>	Chamisa	32	1.2	21	H	Sin estatus
Agavaceae	<i>Agave angustifolia</i>	Espadín	4	1.3	39	Ar	Sin estatus
Poaceae	<i>Aristida ternipes</i>	Zacatón	13	1.3	16	H	Sin estatus
Fabaceae	<i>Calliandra grandiflora</i>	Cabello de ángel	21	1.8	12	Ar	Sin estatus
Asteraceae	<i>Ageratina adenophora</i>	Flor de espuma	34	2.2	10	Ar	Sin estatus
Papaveraceae	<i>Bocconia frutescens</i>	Llora sangre	6	2.4	42	Ar	Sin estatus
Ericaceae	<i>Arbutus xalapensis</i>	Madroño	16	2.5	21	Ar	Sin estatus
Theaceae	<i>Cleyera integrifolia</i>	Flor de tila	11	2.5	22	Ar	Sin estatus
Fabaceae	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	Palo dulce	7	3.4	34	A	Sin estatus
Betulaceae	<i>Carpinus caroliniana</i>	Lechillo	4	3.9	51	A	Sin estatus
Fabaceae	<i>Acacia acatlesis</i>	Tlahuitol	5	4.3	42	Ar	Sin estatus
Betulaceae	<i>Alnus jorullensis</i>	Ixe	18	4.3	43	Ar	Sin estatus
Clethraceae	<i>Clethra mexicana</i>	Aguacatillo	9	4.6	67	A	Sin estatus
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i>	Capulín	25	4.6	65	A	Sin estatus
Fabaceae	<i>Inga jinicuil</i>	Algodoncillo	3	4.9	54	A	Sin estatus
Fabaceae	<i>Acacia pennatula</i>	Tepame	18	5.4	51	Ar	Sin estatus
Fagaceae	<i>Quercus elliptica</i>	Encino blanco	10	5.4	72	A	Sin estatus
Fagaceae	<i>Quercus peduncularis</i>	Encino avellano	11	6.4	89	A	Sin estatus
Fagaceae	<i>Quercus rugosa</i>	Encino prieto	6	6.4	65	A	Sin estatus
Pinaceae	<i>Pinus patula</i>	Pino colorado	14	6.7	95	A	Sin estatus
Fagaceae	<i>Quercus castanea</i>	Encino capulincillo	32	6.7	63	A	Sin estatus
Fagaceae	<i>Quercus candicans</i>	Encino ancho	8	7.3	74	A	Sin estatus
Fagaceae	<i>Quercus crassifolia</i>	Encino colorado	10	8.3	71	A	Sin estatus
Pinaceae	<i>Pinus pseudostrabus</i>	Pino lacio	29	17.3	101	A	Sin estatus
Pinaceae	<i>Pinus maximinoi</i>	Pino candelillo	13	18.1	93	A	Sin estatus
Pinaceae	<i>Pinus oocarpa</i>	Ocote	28	18.5	86	A	Sin estatus
Pinaceae	<i>Pinus ayacahuite</i>	Ocote blanco	47	20.4	115	A	Sin estatus

Fuente: SECIRA, 2019



Imagen IV. 44. Gráfica de la Estructura Vertical del Bosque de Pino-Encino.

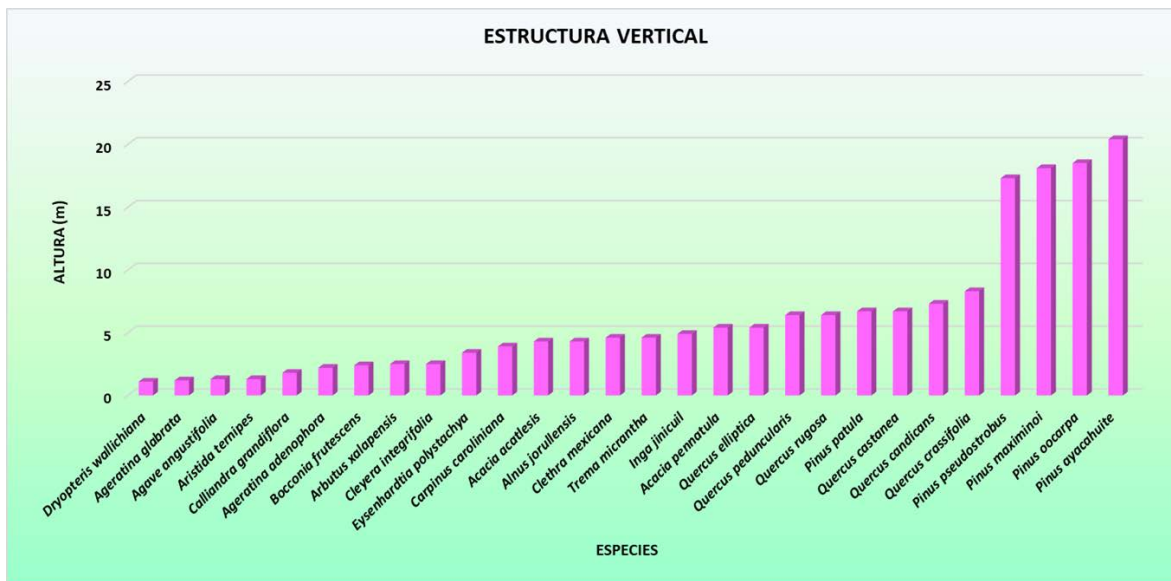


Imagen IV. 45. Gráfica del Índice de Valor del Bosque de Pino-Encino.



### VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE BOSQUE DE PINO-ENCINO.

En este tipo de vegetación se encontró una riqueza de 369 individuos pertenecientes a 21 especies, pertenecientes a 14 familias. En cuanto a la estructura vertical se tiene que *Pinus ayacahuite* con 18.3 metros es el que ocupa la primera posición en este sentido, seguido de *Pinus oocarpa* con 17.3 metros y *Pinus maximinoi* con 16.4 metros.

En lo que respecta al cálculo del índice de Simpson (el cual indica la probabilidad de encontrar dos individuos de especies diferentes en dos extracciones sucesivas al azar sin reposición) este fue de 0.87, cabe señalar que este índice les da un peso mayor a las especies abundantes subestimando las especies raras, tomando valores entre '0' (baja diversidad) hasta un máximo de 1 indicativo de una alta diversidad. Mientras el Índice de diversidad de Shannon fue de 2.48, el cual asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra, adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos, y tomando en cuenta la interpretación de este Índice con base a lo sugerido por Magurran (1989), se establece que la Diversidad en este uso de suelo del proyecto es Media, con una Equitatividad Alta (grado de igualdad de la distribución de la abundancia de las especies) de 0.81 en donde el número 1 indica que todas las especies son igualmente abundantes y el 0 señala la ausencia de uniformidad.

Finalmente, el Índice Valor de Importancia nos muestra que la mayor dominancia la tiene *Pteridium aquilinum* con 34.22, *Arbutus xalapensis* con 28.75 y *Pinus oocarpa* 23.92, siendo las dos primeras especies arbustivas características de este ecosistema.

Tabla IV. 42. Estimación del Valor de Importancia de la Vegetación Secundaria arbsutiva de Bosque de Pino-Encino.

Familia	Especie	Nombre común	Frecuencia	F B	NOM-059-SEMARNAT	No. sitios	Área basal	Dominancia absoluta	Densidad absoluta	Frecuencia absoluta	Dominancia relativa	Densidad relativa	Frecuencia relativa	IVI
Fabaceae	<i>Acacia farnesiana</i>	Huizache	15	Ar	Sin estatus	1	283.5294	0.00472841	0.04065041	0.03703704	0.47284114	4.06504065	3.7037037	8.24
Ericaceae	<i>Arbutus xalapensis</i>	Madroño	77	Ar	Sin estatus	2	283.5294	0.00472841	0.20867209	0.07407407	0.47284114	20.8672087	7.40740741	28.75
Poaceae	<i>Aristida ternipes</i>	Zacaton	24	H	Sin estatus	2	176.715	0.00294707	0.06504065	0.07407407	0.29470708	6.50406504	7.40740741	14.21
Asteraceae	<i>Baccharis salicifolia</i>	Jara	17	Ar	Sin estatus	1	113.0976	0.00188613	0.04607046	0.03703704	0.18861253	4.60704607	3.7037037	8.50
Fabaceae	<i>Calliandra grandiflora</i>	Cabello de ángel	12	Ar	Sin estatus	1	176.715	0.00294707	0.03252033	0.03703704	0.29470708	3.25203252	3.7037037	7.25
Meliaceae	<i>Cedrela oaxacensis</i>	Cedro	7	A	Sin estatus	2	1809.5616	0.030178	0.01897019	0.07407407	3.0178005	1.89701897	7.40740741	12.32
Musaceae	<i>Musa paradisiaca</i>	Platano	2	Ar	Sin estatus	1	3525.6606	0.05879734	0.00542005	0.03703704	5.8797337	0.54200542	3.7037037	10.13
Lauraceae	<i>Nectandra globosa</i>	Aguacatillo	6	A	Sin estatus	1	1661.9064	0.02771556	0.01626016	0.03703704	2.77155636	1.62601626	3.7037037	8.10
Araliaceae	<i>Oreopanax xalapensis</i>	Mazorco	8	A	Sin estatus	1	2042.8254	0.03406814	0.02168022	0.03703704	3.40681384	2.16802168	3.7037037	9.28
Pinaceae	<i>Pinus ayacahuite</i>	Ocote blanco	14	A	Sin estatus	1	9503.34	0.15848692	0.03794038	0.03703704	15.8486919	3.79403794	3.7037037	23.35
Pinaceae	<i>Pinus maximinoi</i>	Pino candelillo	7	A	Sin estatus	1	4300.8504	0.07172515	0.01897019	0.03703704	7.17251542	1.89701897	3.7037037	12.77
Pinaceae	<i>Pinus oocarpa</i>	Ocote	26	A	Sin estatus	2	5674.515	0.09463372	0.0704607	0.07407407	9.46337179	7.04607046	7.40740741	23.92
Pinaceae	<i>Pinus patula</i>	Pino colorado	5	A	Sin estatus	1	6939.7944	0.11573474	0.01355014	0.03703704	11.5734745	1.35501355	3.7037037	16.63
Dennstaedtiaceae	<i>Pteridium aquilinum</i>	Alambrillo	94	Ar	Sin estatus	2	804.2496	0.01341245	0.25474255	0.07407407	1.34124467	25.4742547	7.40740741	34.22
Fagaceae	<i>Quercus crassifolia</i>	Encino colorado	4	A	Sin estatus	1	3848.46	0.06418065	0.01084011	0.03703704	6.41806529	1.08401084	3.7037037	11.21
Fagaceae	<i>Quercus elliptica</i>	Encino blanco	15	A	Sin estatus	2	4185.3966	0.06979973	0.04065041	0.07407407	6.97997346	4.06504065	7.40740741	18.45
Fagaceae	<i>Quercus peduncularis</i>	Encino avellano	10	A	Sin estatus	1	5674.515	0.09463372	0.02710027	0.03703704	9.46337179	2.7100271	3.7037037	15.88
Fagaceae	<i>Quercus rugosa</i>	Encino prieto	10	A	Sin estatus	1	3216.9984	0.05364979	0.02710027	0.03703704	5.36497866	2.7100271	3.7037037	11.78
Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i>	Higuerilla	10	Ar	Sin estatus	1	132.7326	0.00221358	0.02710027	0.03703704	0.22135776	2.7100271	3.7037037	6.64

Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i>	Capulin	5	A	Sin estatus	1	3318.31 5	0.05533944	0.01355014	0.03703704	5.53394406	1.35501355	3.7037037	10.5 9
Agavaceae	<i>Yucca elephantipes</i>	Yuca	1	A	Sin estatus	1	2290.22 64	0.03819404	0.00271003	0.03703704	3.81940375	0.27100271	3.7037037	7.79

Fuente: SECIRA, 2019

Tabla IV. 43. Relación de la Vegetación Secundaria arbsutiva de Bosque de Pino-Encino.

Concepto	Resultado
Especies	21
Individuos	369
Dominancia	0.1297
Índice de Simpson	0.8703
Índice de Shannon	2.481
Equitatividad	0.8151

Fuente: SECIRA, 2019

**Tabla IV. 44.** Estructura vertical de la Vegetación Secundaria arbustiva de Bosque de Pino-Encino.

Familia	Especie	Nombre común	Frecuencia	Altura (m)	DAP y /o Longitud (cm)	FB	NOM-059-SEMARNAT
Dennstaedtiaceae	<i>Pteridium aquilinum</i>	Alambrillo	94	1.3	32	Ar	Sin estatus
Fabaceae	<i>Calliandra grandiflora</i>	Cabello de ángel	12	1.5	15	Ar	Sin estatus
Asteraceae	<i>Baccharis salicifolia</i>	Jara	17	1.6	12	Ar	Sin estatus
Poaceae	<i>Aristida ternipes</i>	Zacatón	24	1.8	15	H	Sin estatus
Fabaceae	<i>Acacia farnesiana</i>	Huizache	15	2.1	19	Ar	Sin estatus
Ericaceae	<i>Arbutus xalapensis</i>	Madroño	77	2.6	19	Ar	Sin estatus
Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i>	Higuerilla	10	2.6	13	Ar	Sin estatus
Musaceae	<i>Musa paradisiaca</i>	Plátano	2	3.4	67	Ar	Sin estatus
Agavaceae	<i>Yucca elephantipes</i>	Yuca	1	3.4	54	A	Sin estatus
Lauraceae	<i>Nectandra globosa</i>	Aguacatillo	6	3.8	46	A	Sin estatus
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i>	Capulín	5	4.2	65	A	Sin estatus
Araliaceae	<i>Oreopanax xalapensis</i>	Mazorco	8	4.3	51	A	Sin estatus
Meliaceae	<i>Cedrela oaxacensis</i>	Cedro	7	4.9	48	A	Sin estatus
Fagaceae	<i>Quercus elliptica</i>	Encino blanco	15	5.3	73	A	Sin estatus
Pinaceae	<i>Pinus patula</i>	Pino colorado	5	6.5	94	A	Sin estatus
Fagaceae	<i>Quercus peduncularis</i>	Encino avellano	10	6.5	85	A	Sin estatus
Fagaceae	<i>Quercus rugosa</i>	Encino prieto	10	6.5	64	A	Sin estatus
Fagaceae	<i>Quercus crassifolia</i>	Encino colorado	4	8.2	70	A	Sin estatus
Pinaceae	<i>Pinus maximinoi</i>	Pino candelillo	7	16.4	74	A	Sin estatus
Pinaceae	<i>Pinus oocarpa</i>	Ocote	26	17.3	85	A	Sin estatus
Pinaceae	<i>Pinus ayacahuite</i>	Ocote blanco	14	18.3	110	A	Sin estatus

Fuente: SECIRA, 2019

Imagen IV. 46. Gráfica de la Estructura Vertical de la Vegetación Secundaria arbustiva de Bosque de Pino-Encino.

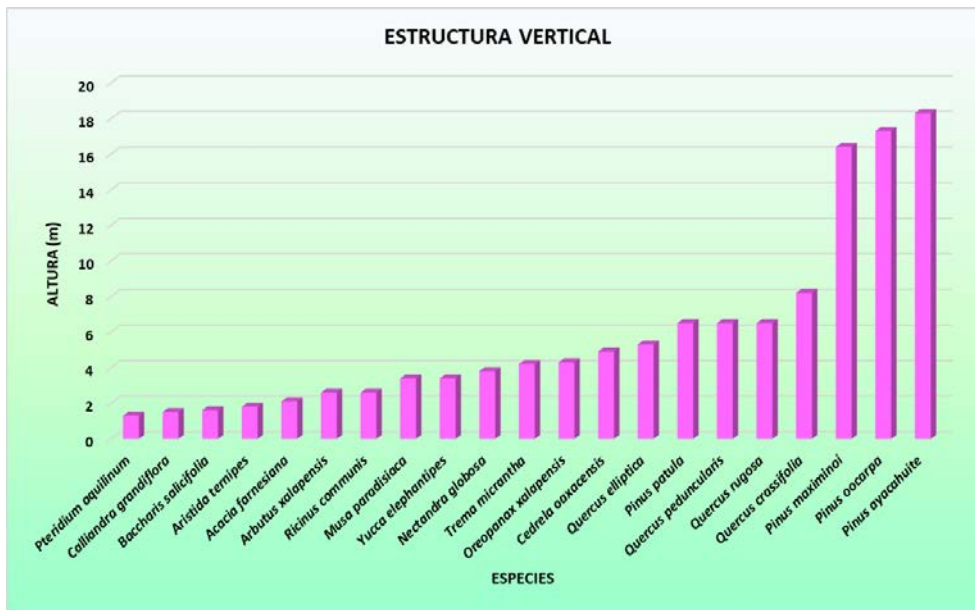


Imagen IV. 47. Gráfica del Índice de Valor de la Vegetación Secundaria arbustiva de Bosque de Pino-Encino.



A continuación, se muestran las condiciones ambientales en las que se encuentra la zona del proyecto:  
**Imagen IV. 48.** Condiciones de la vegetación del proyecto.



En la imagen se observa el inicio del proyecto, en donde, existen elementos arbustivos de la especie *Ageratina adenophora*.



Es común encontrar dentro del SAR especímenes de *Pinus ayacahuite*, los cuales cuentan con alturas superiores a los 20 mts.



En la imagen se observan individuos de *Pinus patula* los cuales se encuentran en la parte del Bosque de Pino-Encino del SAR principalmente.



*Alnus jorullensis* una especie característica de del Bosque de Pino-Encino



Una especie encontrada de manera aislada en el SAR es *Cedrela oaxacensis*.





*Arbutus xalapensis* y *Verbesina fastigiata* son especies que se encuentran bien distribuidas en las proximidades al trazo, así como en el SAR del mismo en la parte de Vegetación secundaria arbustiva de Bosque de Pino-Encino.



En la fotografía se muestra la especie *Quercus castanea* la cual se encontró en las proximidades del Proyecto.



*Quercus elliptica*, es una especie bien distribuida en el SAR del proyecto.



*Calliandra grandiflora* y *Acacia pennatula*, son especies que se encontraron en la parte de la Vegetación secundaria arbustiva de Bsoque de Pino-Encino



En buena parte del SAR, se encuentra distribuida la especie *Pinus oocarpa*.

En las cercanías al proyecto existen individuos aislados de la especie *Dryopteris wallichiana*, la cual es una especie conocida por su poder invasivo.



*Bocconia frutescens* una especie que se encontró de manera recurrente dentro del SAR.

En las zonas contiguas al proyecto en la parte del Bsoque de Pino-Encino se observaron individuos de *Cleyera integrifolia*.

Es importante señalar que las condiciones ambientales del Sistema Ambiental Regional son de un limitado grado de conservación, en lo que respecta a sitios cercanos al camino se localizaron condiciones de perturbación, debido a las actividades antrópicas, el cambio de uso de suelo del natural por el agrícola cada vez es más constante. Con la evidencia fotográfica descrita

anteriormente es factible considerar el desarrollo del proyecto, ya que, no existirá remoción vegetal alguna por la realización del mismo, así como también es importante resaltar que los beneficios relacionados con la construcción de nuevas vías de comunicación generarán el desarrollo de las comunidades cercanas, permitiendo el acceso a los servicios educativos y de salud que ofrece la capital del estado guerrerense.

#### ESPECIES SUJETAS A AFECTACIÓN DEBIDO AL PROYECTO.

Como ya se ha señalado, solo existirá remoción de algunos elementos vegetales que se encuentran en ciertas secciones del proyecto, los cuales se muestran a continuación.

En la siguiente tabla se observa el derribo que existirá del km 0+000 al km 5+000.

**Tabla IV. 45.** Acumulado de especies de flora que serán sujetos a remoción en la Rectificación 0+000 al 1+000. FB = Forma biológica, A =Árbol, Ar = Arbusto, H = Herbácea.

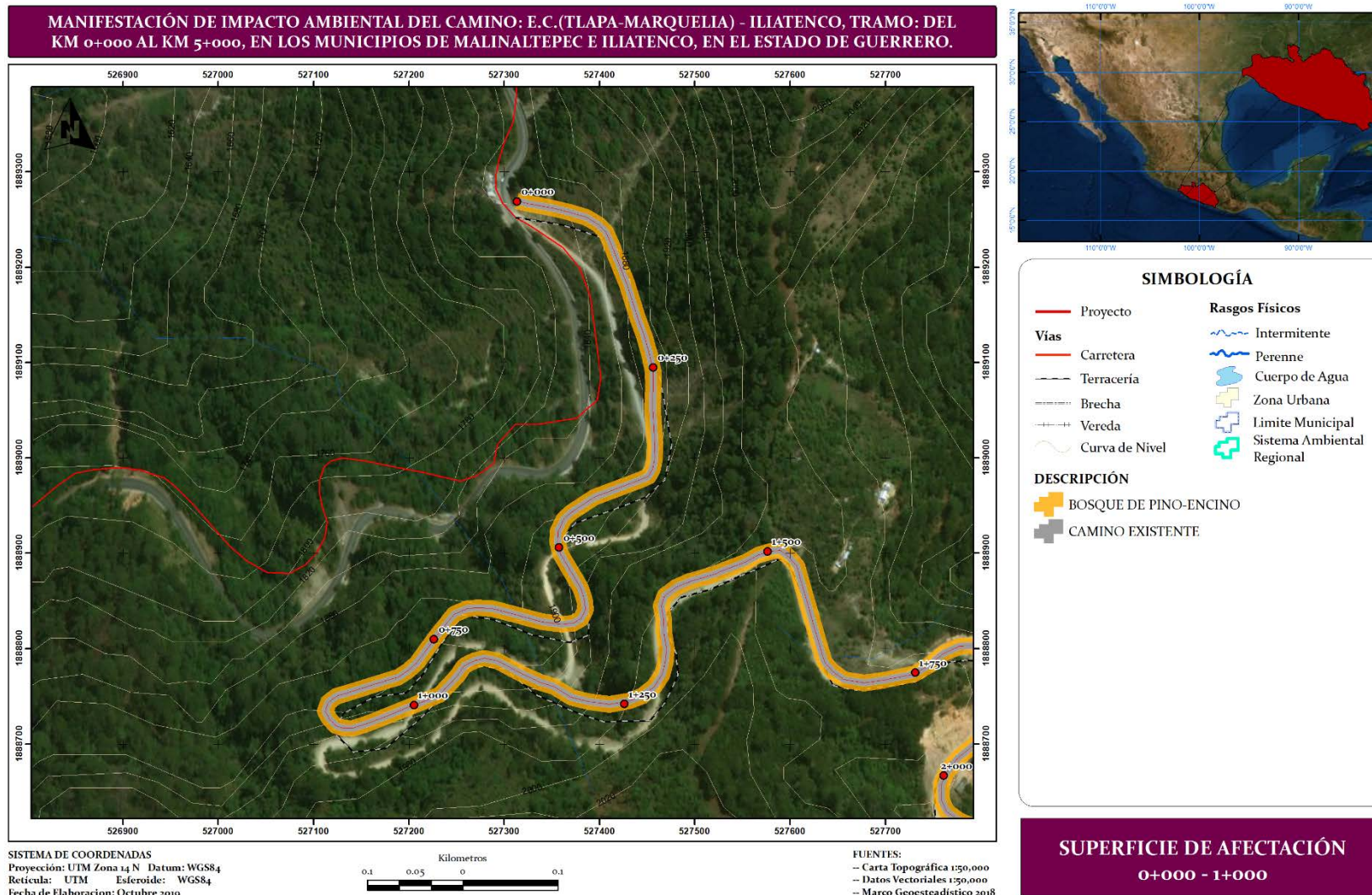
Familia	Especie	Nombre común	Frecuencia	Altura (m)	DAP y /o Longitud (cm)	FB	NOM-059-SEMARNAT
Pinaceae	<i>Pinus ayacahuite</i>	Ocote blanco	20	18.2	115	A	Sin estatus
Pinaceae	<i>Pinus maximinoi</i>	Pino candelillo	16	16.3	93	A	Sin estatus
Fabaceae	<i>Acacia acatlesis</i>	Tlahuitol	8	4.3	42	Ar	Sin estatus
Betulaceae	<i>Alnus jorullensis</i>	Ixe	4	4.3	43	Ar	Sin estatus
Theaceae	<i>Cleyera integrifolia</i>	Flor de tila	8	2.4	22	Ar	Sin estatus
Asteraceae	<i>Ageratina glabrata</i>	Chamisa	37	1.1	13	H	Sin estatus
Papaveraceae	<i>Bocconia frutescens</i>	Llora sangre	11	2.4	42	Ar	Sin estatus
Betulaceae	<i>Carpinus caroliniana</i>	Lechillo	7	3.9	51	A	Sin estatus
Fagaceae	<i>Quercus crassifolia</i>	Encino colorado	8	8.3	71	A	Sin estatus
Fagaceae	<i>Quercus castanea</i>	Encino capulincillo	14	6.7	63	A	Sin estatus
Total			133				

Fuente: SECIRA, 2019

**Tabla IV. 46.** Total, de especies de flora que serán sujetos a remoción del km 0+000 al 1+000.

ESTRATO	NÚMERO DE ORGANISMOS
Arbóreo	65
Arbustivo	31
Herbáceo	37
TOTAL	133

Imagen IV. 49. Localización de los polígonos de afectación del proyecto del km 0+000 al 1+000.



Fuente: SECIRA, 2019

Tabla IV. 47. Acumulado de especies de flora que serán sujetos a remoción en la Rectificación 1+000 al 2+000. FB = Forma biológica, A =Árbol, Ar = Arbusto, H = Herbácea.

Familia	Especie	Nombre común	Frecuencia	Altura (m)	DAP y /o Longitud (cm)	F B	NOM-059-SEMARNAT
Pinaceae	<i>Pinus ayacahuite</i>	Ocote blanco	17	20.4	115	A	Sin estatus
Pinaceae	<i>Pinus oocarpa</i>	Ocote	8	18.3	86	A	Sin estatus
Pinaceae	<i>Pinus pseudostrobus</i>	Pino lacio	9	16.2	101	A	Sin estatus
Fagaceae	<i>Quercus crassifolia</i>	Encino colorado	10	8.3	71	A	Sin estatus
Fagaceae	<i>Quercus peduncularis</i>	Encino avellano	7	6.4	89	A	Sin estatus
Fagaceae	<i>Quercus castanea</i>	Encino capulincillo	5	6.7	63	A	Sin estatus
Betulaceae	<i>Alnus jorullensis</i>	Ixe	9	4.2	43	Ar	Sin estatus
Theaceae	<i>Cleyera integrifolia</i>	Flor de tila	6	2.5	22	Ar	Sin estatus
Clethraceae	<i>Clethra mexicana</i>	Aguacatillo	5	4.6	67	A	Sin estatus
Ericaceae	<i>Arbutus xalapensis</i>	Madroño	7	2.5	21	Ar	Sin estatus
Poaceae	<i>Aristida ternipes</i>	Zacaton	44	1.3	16	H	Sin estatus
Fabaceae	<i>Acacia pennatula</i>	Tepame	9	5.4	51	Ar	Sin estatus
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i>	Capulin	10	4.3	60	A	Sin estatus
Dennstaedtiaceae	<i>Pteridium aquilinum</i>	Alambrillo	21	1.3	32	Ar	Sin estatus
Fabaceae	<i>Calliandra grandiflora</i>	Cabello de ángel	10	1.8	12	Ar	Sin estatus
Araliaceae	<i>Oreopanax xalapensis</i>	Mazorco	5	4.3	51	A	Sin estatus
<b>Total</b>			<b>182</b>				

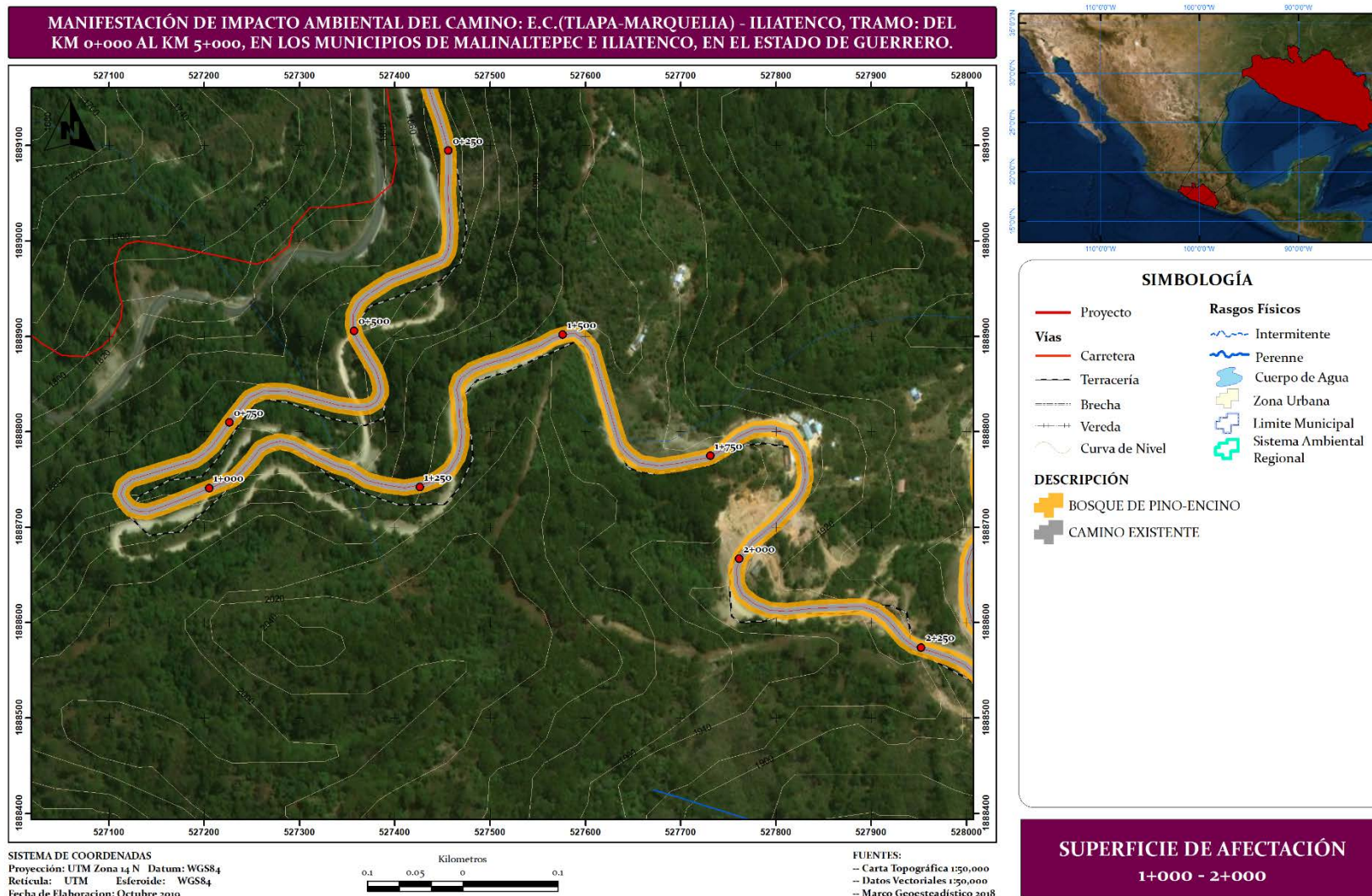
Fuente: SECIRA, 2019

Tabla IV. 48. Total, de especies de flora que serán sujetos a remoción del km 1+000 al 2+000.

ESTRATO	NÚMERO DE ORGANISMOS
Arbóreo	76
Arbustivo	62
Herbaceo	44
<b>TOTAL</b>	<b>182</b>

Fuente: SECIRA, 2019

Imagen IV. 50. Localización de los polígonos de afectación del proyecto del km 1+000 al 2+000.



Fuente: SECIRA, 2019

**Tabla IV. 49.** Acumulado de especies de flora que serán sujetos a remoción en la Rectificación 2+000 al 3+000. FB = Forma biológica, A =Árbol, Ar = Arbusto, H = Herbácea.

Familia	Especie	Nombre común	Frecuencia	Altura (m)	DAP y /o Longitud (cm)	FB	NOM-059-SEMARNAT
Pinaceae	<i>Pinus ayacahuite</i>	Ocote blanco	11	16.7	95	A	Sin estatus
Pinaceae	<i>Pinus oocarpa</i>	Ocote	6	8.9	73	A	Sin estatus
Pinaceae	<i>Pinus patula</i>	Pino colorado	3	7.4	65	A	Sin estatus
Dennstaedtiaceae	<i>Pteridium aquilinum</i>	Alambriillo	35	1.2	32	Ar	Sin estatus
Meliaceae	<i>Cedrela oaxacensis</i>	Cedro	2	4.5	44	A	Sin estatus
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i>	Capulin	5	4.2	65	A	Sin estatus
Musaceae	<i>Musa paradisiaca</i>	Platano	2	3.4	67	Ar	Sin estatus
Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i>	Higuerilla	5	2.6	13	Ar	Sin estatus
Agavaceae	<i>Yucca elephantipes</i>	Yuca	1	3.4	54	A	Sin estatus
Fabaceae	<i>Calliandra grandiflora</i>	Cabello de ángel	8	1.5	15	Ar	Sin estatus
Poaceae	<i>Aristida ternipes</i>	Zacaton	43	1.8	15	H	Sin estatus
Asteraceae	<i>Baccharis salicifolia</i>	Jara	10	1.6	12	Ar	Sin estatus
Fagaceae	<i>Quercus elliptica</i>	Encino blanco	5	5.3	70	A	Sin estatus
<b>Total</b>			<b>136</b>				

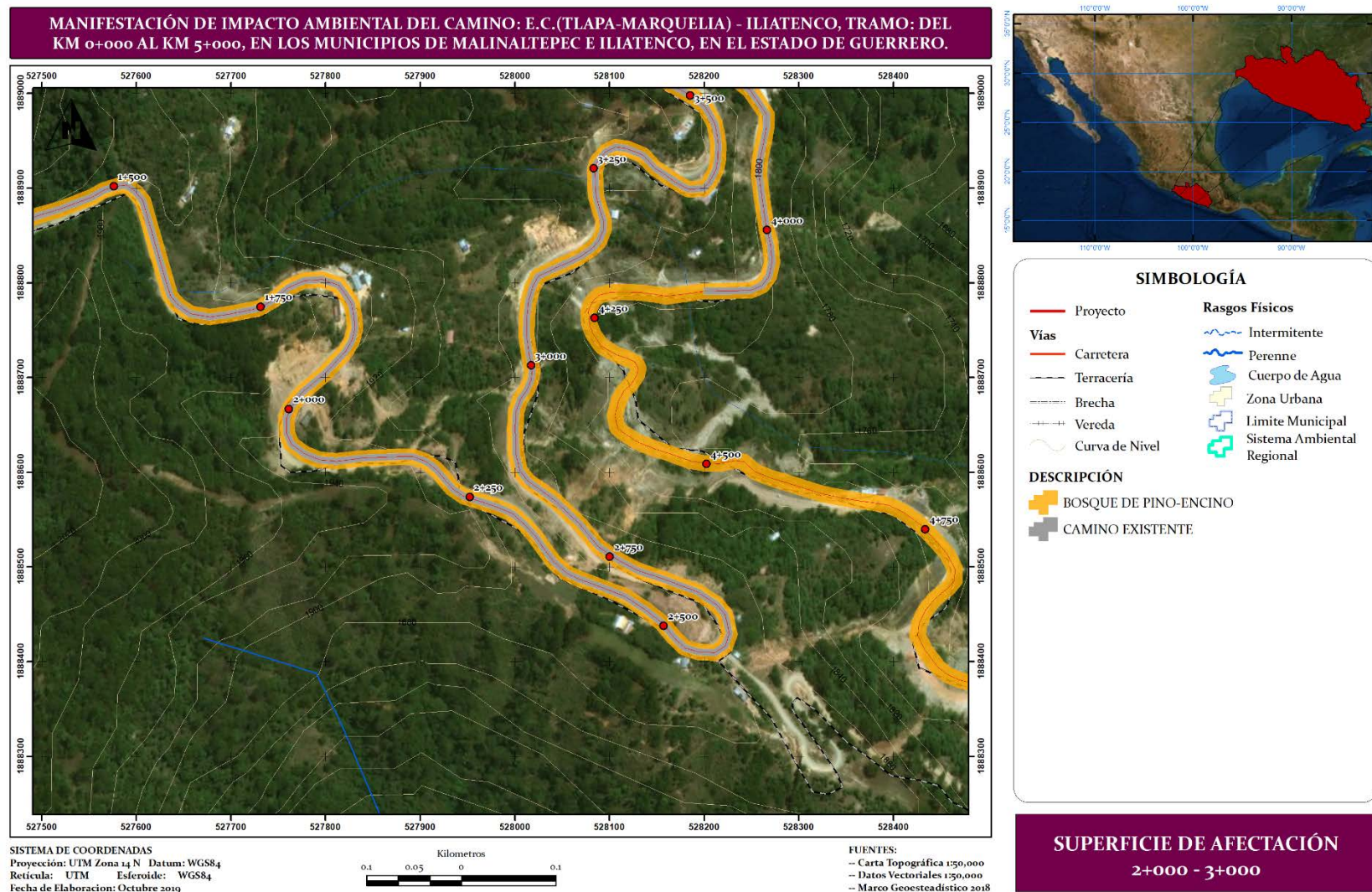
Fuente: SECIRA, 2019

**Tabla IV. 50.** Total, de especies de flora que serán sujetos a remoción del km 2+000 al 3+000.

ESTRATO	NÚMERO DE ORGANISMOS
Árboreo	33
Arbustivo	60
Herbaceo	43
<b>TOTAL</b>	<b>136</b>

Fuente: SECIRA, 2019

Imagen IV. 51. Localización de los polígonos de afectación del proyecto del km 2+000 al 3+000.



Fuente: SECIRA, 2019



**Tabla IV. 51.** Acumulado de especies de flora que serán sujetos a remoción en la Rectificación 3+000 al 4+000. FB = Forma biológica, A =Árbol, Ar = Arbusto, H = Herbácea.

Familia	Especie	Nombre común	Frecuencia	Altura (m)	DAP y /o Longitud (cm)	FB	NOM-059-SEMARNAT
Pinaceae	<i>Pinus ayacahuite</i>	Ocote blanco	10	19.2	94	A	Sin estatus
Pinaceae	<i>Pinus maximinoi</i>	Pino candelillo	7	16.3	84	A	Sin estatus
Pinaceae	<i>Pinus oocarpa</i>	Ocote	6	17.4	74	A	Sin estatus
Asteraceae	<i>Ageratina adenophora</i>	Flor de espuma	12	2.1	12	Ar	Sin estatus
Betulaceae	<i>Alnus jorullensis</i>	Ixe	10	5.6	43	A	Sin estatus
Theaceae	<i>Cleyera integrifolia</i>	Flor de tila	12	2.4	21	Ar	Sin estatus
Asteraceae	<i>Ageratina glabrata</i>	Chamisa	45	1.1	15	H	Sin estatus
Fagaceae	<i>Quercus peduncularis</i>	Encino avellano	8	5.6	89	A	Sin estatus
Fagaceae	<i>Quercus castanea</i>	Encino capulincillo	6	5.8	63	A	Sin estatus
Clethraceae	<i>Clethra mexicana</i>	Aguacatillo	12	4.3	67	A	Sin estatus
Dryopteridaceae	<i>Dryopteris wallichiana</i>	Cabeza de chivo	5	1.1	35	H	Sin estatus
Fabaceae	<i>Acacia pennatula</i>	Tepame	19	5.2	54	Ar	Sin estatus
Fabaceae	<i>Inga jinicuil</i>	Algodoncillo	2	4.5	54	A	Sin estatus
Total			154				

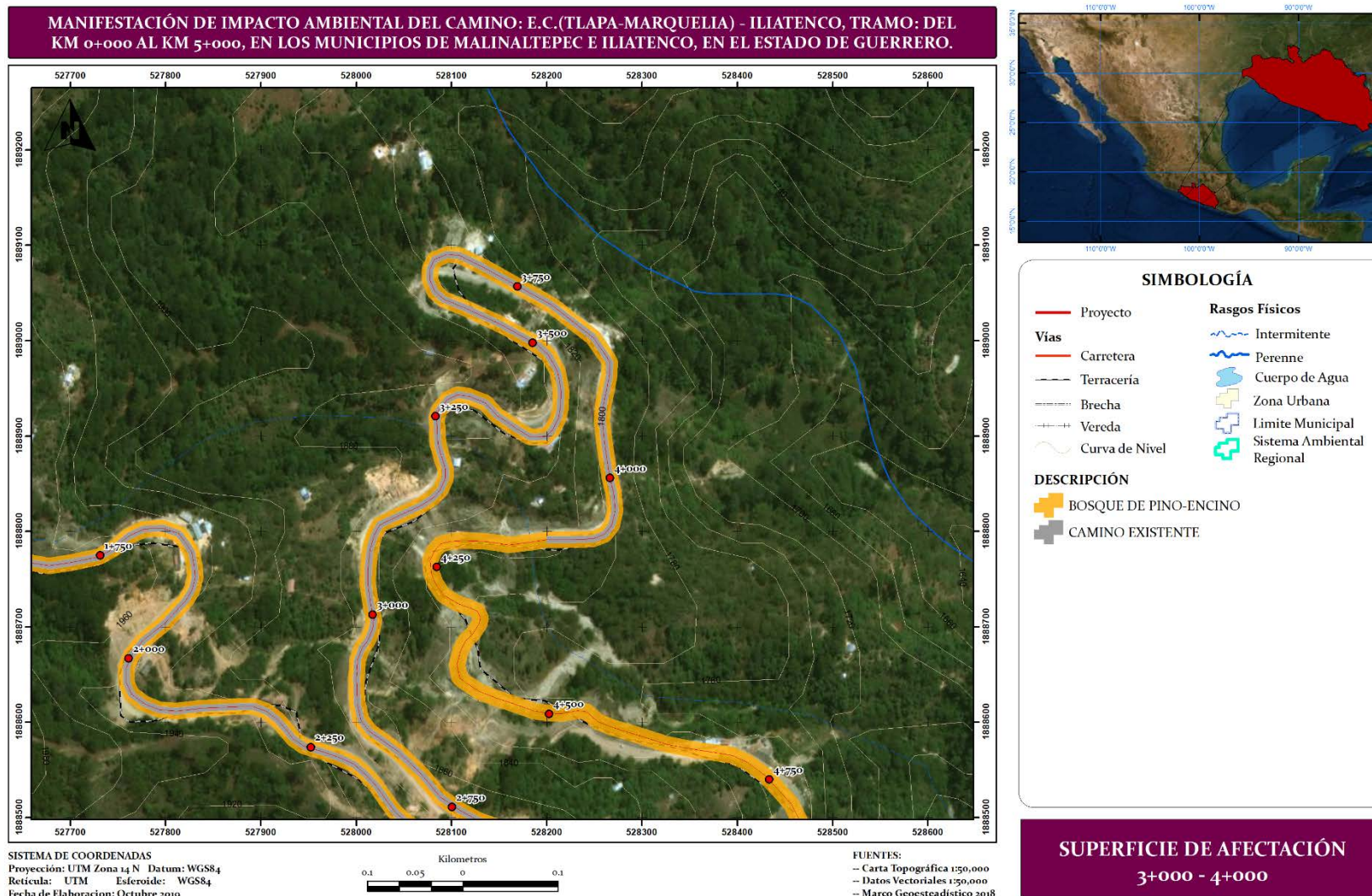
Fuente: SECIRA, 2019

**Tabla IV. 52.** Total, de especies de flora que serán sujetos a remoción del km 3+000 al 4+000.

ESTRATO	NÚMERO DE ORGANISMOS
Arbóreo	61
Arbustivo	43
Herbáceo	50
TOTAL	154

Fuente: SECIRA, 2019

Imagen IV. 52. Localización de los polígonos de afectación del proyecto del km 3+000 al 4+000.



Fuente: SECIRA, 2019

**Tabla IV. 53.** Acumulado de especies de flora que serán sujetos a remoción en la Rectificación 4+000 al 5+000. FB = Forma biológica, A =Árbol, Ar = Arbusto, H = Herbácea.

Familia	Especie	Nombre común	Frecuencia	Altura (m)	DAP y /o Longitud (cm)	FB	NOM-059-SEMARNAT
Pinaceae	<i>Pinus ayacahuite</i>	Ocote blanco	8	17.3	95	A	Sin estatus
Pinaceae	<i>Pinus oocarpa</i>	Ocote	5	16.3	82	A	Sin estatus
Pinaceae	<i>Pinus patula</i>	Pino colorado	6	7.3	78	A	Sin estatus
Fagaceae	<i>Quercus elliptica</i>	Encino blanco	4	5.1	65	A	Sin estatus
Ericaceae	<i>Arbutus xalapensis</i>	Madroño	12	2.7	15	Ar	Sin estatus
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i>	Capulin	6	4.5	65	A	Sin estatus
Betulaceae	<i>Alnus jorullensis</i>	Ixe	5	5.7	42	A	Sin estatus
Poaceae	<i>Aristida ternipes</i>	Zacaton	32	1.9	14	H	Sin estatus
Agavaceae	<i>Agave angustifolia</i>	Espadin	2	1.4	35	Ar	Sin estatus
Asteraceae	<i>Ageratina adenophora</i>	Flor de espuma	10	2.3	11	Ar	Sin estatus

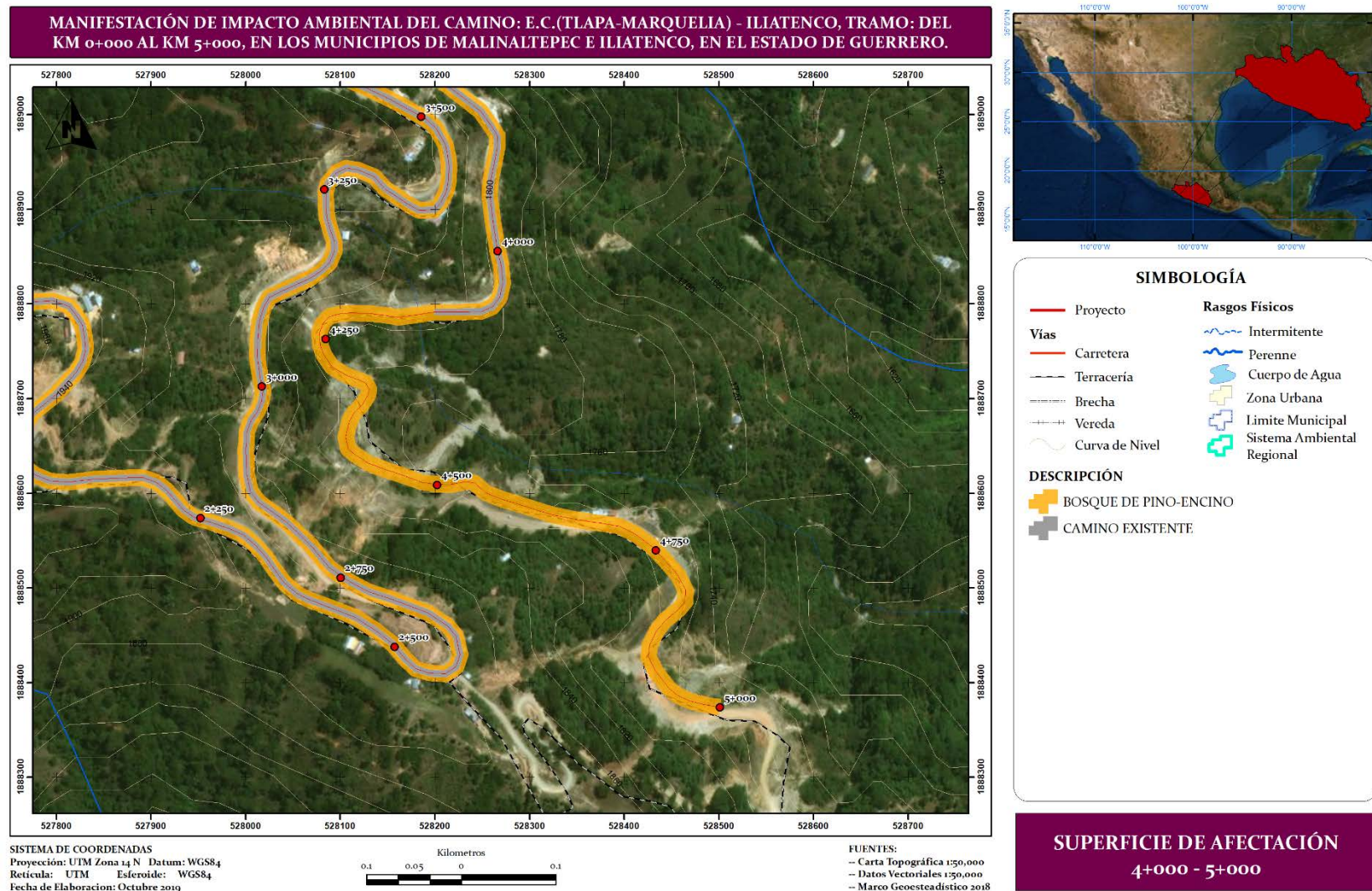
Fuente: SECIRA, 2019

**Tabla IV. 54.** Total, de especies de flora que serán sujetos a remoción del km 4+000 al 5+000.

ESTRATO	NÚMERO DE ORGANISMOS
Arbóreo	34
Arbustivo	24
Herbaceo	32
TOTAL	90

Fuente: SECIRA, 2019

Imagen IV. 53. Localización de los polígonos de afectación del proyecto del km 4+000 al 5+000.



Fuente: SECIRA, 2019

En el trazo del proyecto “MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL CAMINO: E.C.(TLAPA-MARQUELIA) - ILIATENCO, TRAMO: DEL KM 0+000 AL KM 5+000, EN LOS MUNICIPIOS DE MALINALTEPEC E ILIATENCO, EN EL ESTADO DE GUERRERO.” se removerán 695 elementos vegetales, 269 son árboles, 220 arbustos y 206 herbáceas. Cabe destacar que, de las especies localizadas en el sitio, ninguna se encuentra en algún status de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

**Tabla IV. 55.** Número final de especies de flora que serán sujetos a remoción debido al proyecto.

ESTRATO	NÚMERO DE ORGANISMOS
Arbóreo	269
Arbustivo	220
Herbáceo	206
TOTAL	695

Fuente: SECIRA, 2019

#### ESPECIES DE INTERÉS COMERCIAL.

En el SAR no se existe formalmente la explotación de especies de interés comercial maderables, sin embargo, en la prospección de campo se observó la presencia de cultivos básicos como el maíz. La extracción de productos maderables principalmente se da para emplearlos como combustible dándose de manera común esta actividad en el Municipio.

#### ESPECIES ENDÉMICAS, RARAS, AMENAZADAS, EN PELIGRO DE EXTINCIÓN O SUJETAS A PROTECCIÓN ESPECIAL EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010.

La importancia de la flora mexicana recae en el número total de especies, su riqueza y número de endemismos. El alto porcentaje de endemismos se explica por la antigüedad de la flora mexicana y también por su grado de aislamiento ecológico y biogeográfico, también existe cierta relación florística entre las zonas templadas y cálidas de México, las cuales permiten el desarrollo de una flora particular con un gran número de endemismos.

La relación de plantas cuantificadas en el SAR con algún estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010, permitió determinar que no existen especies registradas bajo alguna categoría de riesgo dentro del mismo.

**Tabla IV. 56.** Clasificación del estatus de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

ESTATUS	CATEGORÍA
E	Probablemente extinta en el medio silvestre
P	En peligro de extinción
A	Amenazadas
Pr	Sujeta a protección especial

Fuente: SECIRA, 2019

En la siguiente tabla se muestra el listado general de especies que se encontró dentro del SAR del proyecto.

Tabla IV. 57. Listado general de especies encontrado dentro del SAR.

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	FB	NOM-059-SEMARNAT
Fabaceae	<i>Acacia acatlesis</i>	Tlahuitol	Ar	Sin estatus
Fabaceae	<i>Acacia farnesiana</i>	Huizache	Ar	Sin estatus
Fabaceae	<i>Acacia pennatula</i>	Tepame	A	Sin estatus
Agavaceae	<i>Agave angustifolia</i>	Espadin	Ar	Sin estatus
Asteraceae	<i>Ageratina adenophora</i>	Flor de espuma	Ar	Sin estatus
Asteraceae	<i>Ageratina glabrata</i>	Chamisa	H	Sin estatus
Betulaceae	<i>Alnus jorullensis</i>	Ixe	Ar	Sin estatus
Ericaceae	<i>Arbutus xalapensis</i>	Madroño	A	Sin estatus
Poaceae	<i>Aristida ternipes</i>	Zacaton	H	Sin estatus
Asteraceae	<i>Baccharis salicifolia</i>	Jara	Ar	Sin estatus
Papaveraceae	<i>Bocconia frutescens</i>	Llora sangre	A	Sin estatus
Fabaceae	<i>Calliandra grandiflora</i>	Cabello de ángel	Ar	Sin estatus
Betulaceae	<i>Carpinus caroliniana</i>	Lechillo	A	Sin estatus
Meliaceae	<i>Cedrela oaxacensis</i>	Cedro	A	Sin estatus
Clethraceae	<i>Clethra mexicana</i>	Aguacatillo	A	Sin estatus
Theaceae	<i>Cleyera integrifolia</i>	Flor de tila	A	Sin estatus
Dryopteridaceae	<i>Dryopteris wallichiana</i>	Cabeza de chivo	h	Sin estatus
Fabaceae	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	Palo dulce	A	Sin estatus
Fabaceae	<i>Inga jinicuil</i>	Algodoncillo	A	Sin estatus
Musaceae	<i>Musa paradisiaca</i>	Platano	Ar	Sin estatus
Lauraceae	<i>Nectandra globosa</i>	Aguacatillo	A	Sin estatus
Araliaceae	<i>Oreopanax xalapensis</i>	Mazorco	Ar	Sin estatus
Pinaceae	<i>Pinus ayacahuite</i>	Ocote blanco	A	Sin estatus
Pinaceae	<i>Pinus maximinoi</i>	Pino candelillo	A	Sin estatus
Pinaceae	<i>Pinus oocarpa</i>	Ocote	A	Sin estatus
Pinaceae	<i>Pinus patula</i>	Pino colorado	A	Sin estatus
Pinaceae	<i>Pinus pseudostrabus</i>	Pino lacio	A	Sin estatus
Dennstaedtiaceae	<i>Pteridium aquilinum</i>	Alambrijo	Ar	Sin estatus
Fagaceae	<i>Quercus candicans</i>	Encino ancho	A	Sin estatus
Fagaceae	<i>Quercus castanea</i>	Encino capulincillo	A	Sin estatus
Fagaceae	<i>Quercus crassifolia</i>	Encino colorado	A	Sin estatus
Fagaceae	<i>Quercus elliptica</i>	Encino blanco	A	Sin estatus
Fagaceae	<i>Quercus peduncularis</i>	Encino avellano	A	Sin estatus
Fagaceae	<i>Quercus rugosa</i>	Encino prieto	A	Sin estatus
Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i>	Higuerilla	H	Sin estatus
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i>	Capulin	A	Sin estatus
Asteraceae	<i>Verbesina fastigiata</i>	Arnica	Ar	Sin estatus
Agavaceae	<i>Yucca elephantipes</i>	Yuca	A	Sin estatus

Fuente: SECIRA, 2019

#### IV.2.2.2.2. FAUNA

México alberga una diversidad biológica y cultural excepcional. En poco más de 1% de la superficie terrestre posee al menos 10% de la diversidad biológica del mundo. Una gran parte de esa biodiversidad es exclusiva de nuestra nación, lo que constituye un privilegio y representa una gran cantidad de opciones para el desarrollo del país, una responsabilidad hacia nuestra sociedad y hacia el mundo, así como un reto de gran complejidad para su manejo (Ceballos y Oliva, 2005). Por lo que nuestro País presenta características especiales que han propiciado una mayor diversidad ecológica a lo largo de las costas, montañas, mesetas y cañadas, donde pueden encontrarse prácticamente todos los tipos de ecosistemas conocidos mundialmente (SEMARNAT, 2010). Durante su historia geológica, el territorio mexicano ha sufrido una serie de cambios que dieron como resultado su accidentada topografía, lo que junto a su ubicación en el continente americano determinó también una gran variedad climática. Todos estos factores no sólo han influido enormemente en la distribución y riqueza de los ecosistemas aquí establecidos y, por consiguiente, en la variedad de plantas y animales que constituyen nuestra fauna y flora silvestre.

Se han registrado el siguiente número de especies para México como se muestran a continuación:

**Tabla IV. 58.** Grupos faunísticos

GRUPOS	REPUBLICA MEXICANA
Peces	2384
Anfibios	298
Reptiles	738
Aves	1,050
Mamíferos	483

Fuente: SEMARNAT; 2010

La Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad presenta en 2010 los siguientes datos:

**Tabla IV. 59.** Fauna registrada y estimada en México.

Grupo	No. de especies (estimado)	No. de especies Endémicas
Peces	2,122	163
Anfibios	290	174
Reptiles	704	368
Aves	1,054	111
Mamíferos	491	142

Fuente: CONABIO, 2010

De acuerdo con datos presentados por CONABIO en el año 2010, México alberga entre el 60% y 70% de la diversidad total del planeta. Lo que se origina principalmente al relieve del territorio, variedad de climas y confluencia de dos regiones Biogeográficas la Neártica y la Neotropical.

Es claro que México cuenta con una riqueza biológica, lo que implica una responsabilidad mayor para toda la sociedad que debe reflejarse en compromisos e iniciativas viables y efectivas para su conservación. Esta misma riqueza ofrece otras oportunidades para el país y en sus diferentes sectores económicos, incluyendo comunidades rurales, ejidos o propiedad privada y organizaciones sociales, que se puede reflejar en beneficios ecológicos y socioeconómicos derivados de la biodiversidad mexicana (CONABIO, 2010).

#### Distribución de la fauna silvestre dividida en dos formas:

La Fauna Silvestre se distingue por sus características biogeográficas, espacial y temporal:

*La espacial*- Se referencia a los sitios característicos donde el animal realiza sus actividades cotidianas, de percheo, de pernoctación, los recorridos diurnos o nocturnos y es propio de cada especie.

Así las aves pequeñas (Orden: Passeriformes) están en el sotobosque, especies como los tiranos en el dosel de los árboles y sobre ellos las rapaces, zopilotes y las auras. Mamíferos como el venado se ubica entre la maleza espesa, los Lagomorfos prefieren las zonas abiertas; pericos y urracas por abajo del dosel de los árboles de denso follaje como platanillo, guarumbos y encinos.

*La temporal*. Se refiere a la presencia en un espacio y tiempo determinado como ejemplo los felinos que tienen grandes desplazamientos terrestres, y solo utilizan el área como paso. La migración de chipes y gavilanes solo se da en invierno. Otras especies migran diariamente como la paloma y pericos que cruzan por esta zona o permanecen solamente un periodo corto. La evolución del área es de gran importancia ya que condiciona la presencia o ausencia de determinadas especies. Esta evolución tiene mucho que ver con la fragmentación del hábitat, que entre más deteriorada menor número de especies, aunque puede haber abundancia de unas cuantas especies. Es el caso del área que se encuentra bastante impactada por el sobrepastoreo y de hecho un área del proyecto existen desmontes abandonados. Esta característica tiene como consecuencia la erradicación de la fauna nativa y su desplazamiento a otra región menos impactada (Fa y Morales, 1998).

De tal forma que es de gran importancia conocer el estado actual de las diferentes clases de vertebrados terrestres que habitan en inmediaciones al trazo y el SAR, estos serán influenciados a su comportamiento debido a los cambios que se presentarán en este ecosistema. El proyecto se encuentra inmerso principalmente en el Municipio de Olinalá en el Estado de Guerrero; denominado, "MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL CAMINO: E.C.(TLAPA-MARQUELIA) - ILIATENCO, TRAMO: DEL KM 0+000 AL KM 5+000, EN LOS MUNICIPIOS DE MALINALTEPEC E ILIATENCO, EN EL ESTADO DE GUERRERO".

En este sentido, la distribución de los organismos en el espacio se encuentra en función de los factores abióticos, de tal manera que la diversidad en áreas templadas es alta y decrece conforme se incrementa la latitud y altitud, y en este caso disminuye debido a la presencia del camino existente que conecta zonas de urbanización.



En relación con el sitio del proyecto no se tiene reportes específicos de la fauna local existente, sin embargo, durante la construcción del asfalto no se ocuparán áreas fuera del camino de terracería no se afectará a ninguna especie silvestre. De los habitantes del municipio son pocos los que se dedican a la caza de animales silvestres, a veces lo hacen por gusto para el autoconsumo. Uno de los diversos problemas con los que cuentan las comunidades que se localizan sobre el trazo es la erosión del suelo la que ha perdido una gran riqueza de materia orgánica, ya que por ello no se tiene un alto rendimiento en la agricultura y la siembra de autoconsumo.

Metodología utilizada para la descripción de la fauna del área de estudio

La caracterización de la fauna se determinó mediante una metodología que consideró lo siguiente:

- Investigación bibliográfica
- Trabajo de Campo
- Análisis y conclusiones

Para la caracterización de la fauna terrestre, se llevó a cabo una búsqueda de las especies que puedan estar presentes en la región. y para ello se realizaron dos actividades con el fin de determinar adecuadamente la diversidad faunística, la primera actividad consistió en realizar consultar al Sistema Nacional de Información sobre la Biodiversidad (SNIB) de la Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO) y para complementar dicha información se realizó una visita de campo en los sitios donde se pretende desarrollar el proyecto para obtener registros recientes de las especies de fauna silvestre presentes en el área.

Finalmente, también se consideró la consulta de otras fuentes de información como lo fueron los programas de manejo del estado y de los municipios donde tiene influencia el SAR.

Investigación Bibliográfica

El trabajo consistió en la búsqueda y revisión de publicaciones relativas a trabajos sobre la fauna de la región. El objetivo es determinar, cuales pudieran ser las especies de fauna que probabilísticamente en función de las estructuras florísticas que a su vez conforman el hábitat, se pueden encontrar en el área a afectar y así en su momento poder determinar el tipo de acciones preventivas de impactos a aplicar para evitar daños a este tipo de recursos.

Trabajo de campo

Se trató de acciones de búsqueda de indicadores o bien de avistamientos que permitieran particularizar sobre la presencia de especies de fauna en el lugar de estudio. El objetivo fue poder identificar y en su caso cuantificar las poblaciones de grupos de fauna y el grado de afectación que las diferentes acciones del proyecto pudieran ocasionar. Esto consideró lo siguiente:

- Recorrido de la zona de influencia y localización y delimitación de la carretera y áreas por afectar en el proyecto de modernización.
- Localización, clasificación y definición de las diferentes estructuras de vegetación que correspondieran al hábitat de grupos de fauna probables.
- Recorridos por el área a afectar para avistar o encontrar indicadores de la presencia de especies de fauna, tales como excretas, huellas, etc.

### Herpetofauna.

De acuerdo con uno de los últimos recuentos de especies de anfibios y reptiles, el grupo herpetofaunístico más abundante en México corresponde a los saurios, taxón constituido por 19 familias, 54 géneros y 396 especies (Johnson *et al.*, 2010). El número de anfibios y reptiles representa el 10% de la riqueza. Además, la biodiversidad de la herpetofauna representa más del 50% de especies endémicas de México. Esto hace al país el más importante del mundo desde el punto de vista biogeográfico (Flores-Villela, 1993). En el estado de Guerrero ocupa una parte considerable de esta área en la que se han registrado 231 taxa, de los cuales 48 (21%) son endémicos. La región fisiográfica de la Sierra Madre del Sur posee la mayor diversidad de anfibios y reptiles del estado.

Para anfibios y reptiles, se utilizó la observación directa, y en caso de ver al ejemplar la toma fotográfica, se examinaron agujeros grandes de paredes verticales y en cercos vivos que dividen el camino de los terrenos dedicados a la agricultura. La captura no fue exitosa. Por tal motivo no se encontraron individuos de estas especies.

### Aves

El Estado de Guerrero ha recibido la atención de los ornitólogos desde hace muchos años (Salvin y Godman, 1879-1904; Erickson y Hamilton 1993). Sin embargo, la avifauna de grandes extensiones y lugares muy particulares, permanecen aun totalmente desconocida.

Los estudios en esta región se han concentrado principalmente en localidades con buenas vías de acceso, lo que ha permitido muestreos e inventarios avifaunísticos más completos (Nelson 1903; Griscom 1934; 1937; Blake 1950; Dixon y Davis 1958; Navarro y Escalante 1993). Sin embargo, existen aún zonas en Guerrero como esta de la Sierra Madre del Sur, en la que el acceso es muy limitado y como consecuencia, el conocimiento avifaunístico es prácticamente inexistente (Navarro 1998). A pesar de las limitadas vías de acceso, esta zona está siendo sometida a fuertes modificaciones y presión antropogénica, dada fundamentalmente por la ampliación agropecuaria y los asentamientos humanos, por lo cual es importante profundizar y actualizar el conocimiento existente mediante nuevos inventarios de la diversidad de aves. Esta información ayudaría a mejorar el entendimiento sobre los patrones de distribución de las aves tanto de la entidad, como a nivel nacional.

Para el registro de aves, se llevaron a cabo censos en los diferentes tipos de vegetación del proyecto, dichos censos se realizaron aplicando la técnica de transectos lineales, en este caso el transecto fue sobre todo el trazo.

La identificación de las aves se efectuó con ayuda de binoculares de 7X25 mm marca Brunton. Y el apoyo de las guías de campo (National Geographic Society, 2006; Peterson y Chalif, 1989); durante el desarrollo de los censos se tomaron los siguientes datos: especie, número de individuos, hora, y otras observaciones de utilidad, con esos datos se realizó el inventario de especies.

## Mamíferos

La mastofauna silvestre del estado de Guerrero está conformada por al menos 149 especies, pertenecientes a 11 órdenes, 27 familias y 87 géneros. De la mayoría de las especies se conoce poco acerca de su comportamiento, ecología e historia natural.

En cuanto al registro de mamíferos se utilizaron métodos directos (trampeos) e indirectos (rastros), pero no hubo ningún éxito de captura.

De manera general la fauna silvestre que se distribuye en los alrededores del trazo y el SAR, principalmente en la zona Sur del trazo. La zona solo tiene los registros de los planes municipales de los municipios cercanos a este y son algo ambiguos al no contar con conteos oportunos ni seguimientos a través de los años en las estribaciones de la sierra en donde se encuentran especies como: onzas, martas, tejones, víboras de cascabel, víboras sordas, coralillas, lagartijos, águilas, zopilotes, gallinas, urracas, chachalacas, tiranos, gorriones, primavera, calandrias, entre otras. Además de una variedad de palomas (Ruiz y Rocha, 2009). Algunas de ellas acostumbradas a las condiciones antropogénicas.

Es posible que, para la zona de estudio, los movimientos altitudinales y latitudinales (Arizmendi *et al.*, 1990) estén correlacionados con las fluctuaciones en la abundancia de las especies; por ejemplo, algunas de las especies raras son claramente características de hábitats montañosos cuyas poblaciones se dispersan a otros sitios durante épocas de escasez de recursos, o son migrantes de paso que se presentan en pocas cantidades en el interior de México (e. g. Carnívoros, Apodiformes).

Metodología empleada para la determinación de la fauna silvestre

*Reptiles:* Los métodos más efectivos para la captura viva de reptiles son los lazos de nylon y la captura manual directa con ligas (lagartijas), algunas más sofisticadas son los ganchos para atrapar a especies arbóricolas que están muy altas en el dosel. Todo esto con el propósito de optimizar el esfuerzo de captura en el terreno, se tiene en cuenta los aspectos de la ecología de las distintas especies. Debido a que los reptiles son seres vivos que requieren de una fuente de energía externa para poder desarrollar sus actividades diarias, el mayor esfuerzo de captura se realizó durante el período del día en que ellos resulten con mediana actividad en orden a facilitar la captura (mañana y media tarde). Por esta razón, el registro y captura de individuos se realizó principalmente durante días soleados. No se tuvo éxito al no tener registro de ninguna especie.

*Aves:* Se realizaron conteos oportunistos entre las 8:00-10:00 de la mañana y 15:00-18:00 horas de la tarde. Estos consistieron en transectos sobre el trazo ya construido y otro sobre las rectificaciones paralelo al mismo. Con el fin de identificar a las principales especies que habitan en la zona, se llevó un registro de las aves observadas y el número de individuos de cada una de ellas (Feria-Arroyo, 2001). Se llevaron a cabo varios transectos de muestreo de 1000m para así hacer una estimación de la longitud del transecto con el fin de estandarizar el muestreo. Dentro de cada transecto se establecieron sitios de muestreo de acuerdo con la longitud del mismo. Estos sitios fueron elegidos aleatoriamente, el primero partiendo a unos 100 metros del inicio de la zona con más vegetación y los siguientes abarcando lo que resta del camino.

Imagen IV. 54. Monitoreo de Aves



Fuente: SECIRA, 2019

Las observaciones se realizaron con ayuda de binoculares 8 x 40 y 10 x 42, y en ocasiones con una cámara digital con lente 270-500 mm, que permitió la creación de un banco de imágenes de las especies encontradas. El registro de las distintas especies se realizó por transectos en la zona adyacente al proyecto. Con la técnica de transecto se caminó lentamente a través del área elegida.

Para la identificación de las especies se utilizaron guías de campo (Peterson y Chalif, 1989; Howell y Webb, 1995; National Geographic Society, 1999) y binoculares. Para cada sitio de muestreo se esperó un promedio de 5 a 15 minutos, mientras se tomaba el registro de las especies presentes en ellos y su abundancia (número de individuos observados en el sitio de muestreo). Que consistieron en registrar todas las especies y el número de individuos de cada una que fueron escuchados durante 10 minutos, desde cada uno de los puntos de muestreo.

*Mamíferos:* El rastreo de indicios se llevó a cabo en época de lluvia, con observaciones entre las 7:00 a.m. y las 5:00 p.m. Se emplearon transectos lineales, para así abarcar la longitud total del trazo, el cual contenía el tipo de vegetación más conservado y representativos.

A partir de la longitud total del transecto nos alejamos 100m paralelo al camino, y sólo para la longitud de éste con relación a las coberturas presentes, fueron ubicadas 26 trampas de huella separadas cada 100 m. Para la elaboración de cada trampa se colocó una superficie de cartón (50x50 cm) con tierra suelta y húmeda, para una buena impresión.

Los muestreos se realizaron ya en la última época de lluvia. En la zona de estudio, se ubicaron tres trayectos en función de los senderos establecidos y trayectos donde no existían senderos. Se colocaron 16 estaciones olfativas y se realizaron recorridos diurnos y nocturnos. Todos los datos colectados se incluyeron en las hojas de registro de campo georeferenciando el punto del evento con GPS, fecha de registro, tipo de registro (visual, auditivo, rastro).

En cada una de las trampas se colocó un cebo como atrayente, el cual correspondió a algún tipo de alimento de preferencia para cada una de las dietas de los animales a estudiar, avena (herbívoros), huevos y tocino (carnívoros), papaya y plátano (herbívoros, omnívoros); estos cebos fueron alternados al azar para cada una de las trampas a lado y lado del transecto. Ya quedando activada para la toma de datos y el registro de huellas. Sin embargo, no se tuvo gran éxito, porque algunos rastros obtenidos fueron difusos, debido a la precipitación que se presentó en los días de muestreo.

La condición del área del proyecto no es como tal un nicho para albergar suficiente fauna silvestre, ya que sólo alberga especies visitantes, que buscan alimento, descanso o como parte de su ruta de migración (Berlanga y Rodríguez, 2010) y algunas acostumbradas a las actividades antropogénicas. Aunque prevalezcan manchones de vegetación, la falta de

esta vegetación y su continuidad limita las condiciones alimenticias de muchas especies, hace que mucha fauna se localice en lugares más alejados del proyecto. Por lo que las áreas fragmentadas, presentan especies de fauna silvestre adaptadas y especializadas a estos ecosistemas (Challenger y Dirzo, 2009). Debido a esto la riqueza de especies es baja y la abundancia es media ya que estas especies al ver presencia humana tienden a huir y a desplazarse a zonas más seguras. A continuación, se presenta la lista de las aves potenciales de encontrar en la zona del proyecto y sitios cercanos al SAR.

## Resultados

Durante la prospección de campo solo se encontró la evidencia de nueve especies de aves que volaban y perchaban por áreas cercanas al trazo del proyecto. Considerando que la zona se encuentra ya impactada por el camino de existente, la presencia de fauna silvestre en el sitio del proyecto es baja.

Por lo que las especies que se localicen en el área del proyecto se desplazaran hacia sitios que presentan mejores coberturas de vegetación y menor presión humana, para su protección. Estos desplazamientos que se dan a gran escala de los animales desempeñan funciones tanto para el individuo como para la especie. Los individuos pueden asegurar o conseguir alimentos más favorables, facilidades para la crianza, cambios de clima o, simplemente, más sitios en donde vivir. De acuerdo con nuestros datos y la revisión bibliográfica, no se encontró ninguna especie en estatus de conservación de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. A su vez, las consideraciones de protección, se aplica para los organismos en la prospección de campo. Derivado del recorrido de campo se tomó el registro de las especies visualizadas, de aquellas que se encontró algún registro directo e indirecto, mismos que se presentan a continuación.

En este sentido se observaron 9 especies de fauna silvestre, sobre el trazo proyecto y las áreas colindantes al mismo, donde pudimos observar zonas rurales que conectan al trazo y dentro del SAR. Lo anterior permite plantear que el aislamiento de esta zona de otros sistemas orográficos, como esta parte de la Sierra Madre del Sur, no imposibilita el cambio de fauna, lo que podría permitir la existencia de un mayor intercambio de especies en temporadas de migración.

La presencia de fauna silvestre en el sitio del proyecto es de tendencia baja (reptiles), a media (aves) en los lugares óptimos de hábitat. Todo esto en conjunto, puede afectar las condiciones microclimáticas en los diferentes hábitats que ocupan u ocuparan otras especies, recayendo en la baja densidad de las poblaciones, así como la desaparición o remoción de la zona de varias de estas (Hernández, 1990); por lo que se reitera que no se afectara en alguna forma.

**Tabla IV. 60.** Especies observadas en el trazo y SAR del proyecto.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FUENTE	NOM-059
<b>Aves</b>			
<i>Contopus pertinax</i>	Papamoscas José María	Visual	Sin estatus
<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	Visual	Sin estatus
<i>Cyanthus sordidus</i>	Colibrí opaco	Visual	Sin estatus
<i>Pithangus sulphuratus</i>	Luis bienteveo	Visual	Sin estatus
<i>Ortalis poliocephala</i>	Chachalaca pálida	Visual	Sin estatus
<i>Mitrephanes phaeocercus</i>	Papamoscas copetón	Visual	Sin estatus
<i>Tyrannus crassirostris</i>	Tirano pico grueso	Visual	Sin estatus
<i>Catharus aurantiirostris</i>	Zorzal pico naranja	Visual	Sin estatus
<i>Turdus rufopalliatus</i>	Mirlo dorso canela	Visual	Sin estatus

Fuente: SECIRA, 2019

Mediante la observación directa solo se observaron dos especies de aves como: Zopilote aura (*Cathartes aura*), Papamoscas José María (*Contopus pertinax*), (tirano pico grueso (*Tyrannus crassirostris*), luis bienteveo (*Pithangus*

sulphuratus), chachalaca (*Ortalis poliocephala*), papamoscas competón (*Mitrephanes phaeocercus*) y Zorzal pico naranja (*Catharus aurantiirostris*), estas especies fueron identificadas mediante observación directa y registro fotográfico y es común observar especies de corral como burros, gallinas y chivos.

A continuación, se presentan algunas especies localizadas en el área del proyecto:

#### Imagen IV. 55. Fauna cercana al proyecto

##### AVES



Papamoscas José María



Zopilote aura



Colibrí opaco



Luis bienteveo



Chachalaca pálida



Papamoscas copetón



Tirano pico grueso



Zorzal pico naranja



Mirlo dorso canela

Imagen IV. 56. Animales de corral



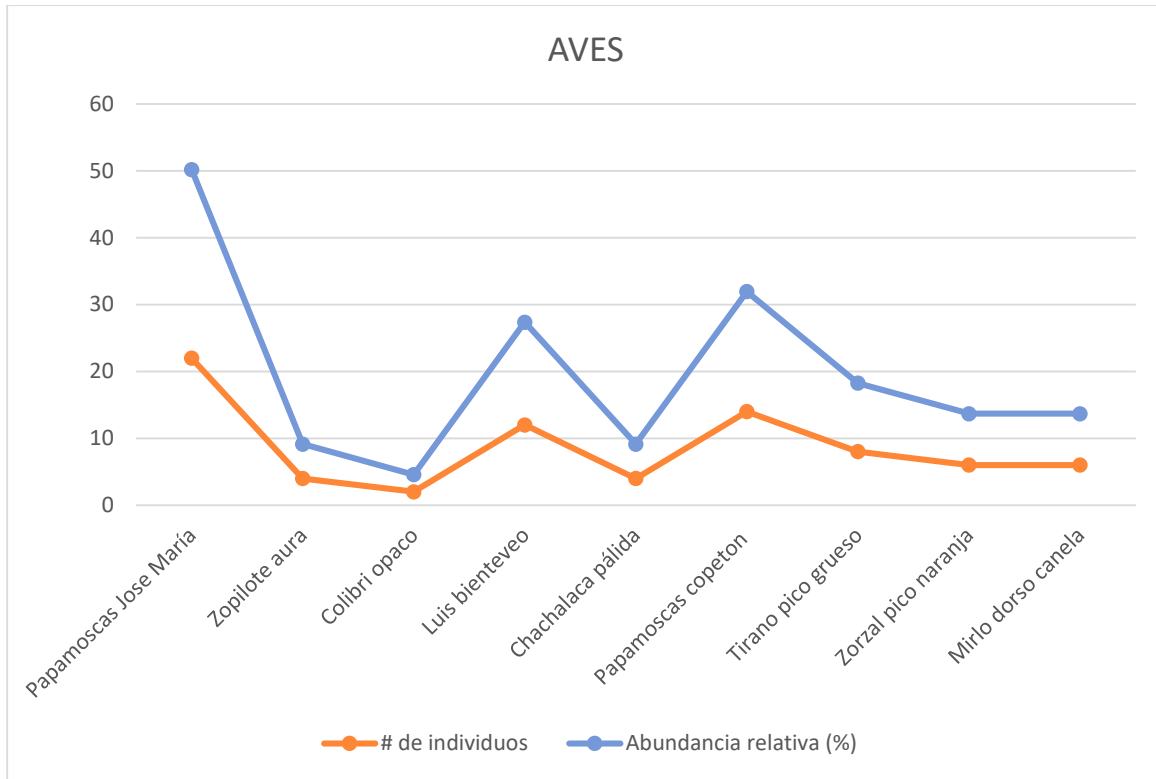
Una especie puede beneficiarse si los desplazamientos conducen al establecimiento de nuevos hábitats en donde la especie pueda persistir en el caso de que el hábitat anteriormente ocupado sea destruido. Los desplazamientos pueden también ayudar a la especie incrementando el volumen de variabilidad genética sobre el cual la selección natural puede operar. Tres tipos básicos de desplazamientos entre los vertebrados son: la dispersión de los jóvenes, la emigración masiva y la migración (Ramírez-Albores, 2007; Ríos-Muñoz y Navarro-Sigüenza, 2013). Por lo que se reitera que no se afectara en alguna forma la fauna existente en el área.

Por lo que se deben llevar a cabo programas de conservación; esto programas requieren de un entendimiento más amplio de patrones de distribución, conectividad estacional entre sitios, factores que limitan la productividad y sobrevivencia de las aves a lo largo del año, así como de las capacidades humanas para la conservación. Es necesario también mejorar nuestro conocimiento acerca de las respuestas de las poblaciones de aves ante diferentes prácticas de manejo, así como de los efectos acumulativos de la mortalidad directa provocada por las actividades humanas.

Mediante la observación directa solo se observaron ocho especies de aves entre las que destacan: el papamoscas José María con el 28.2% (*Contopus pertinax*), Papamoscas copetón 17.9% (*Mitrephanes phaeocercus*) y Luis bienteveo 15.4 % (*Phitangus sulphuratus*); estas especies fueron identificadas mediante observación directa, registro fotográfico y es común observar ganado vacuno en las áreas abiertas y cercanas a las comunidades colindantes al trazo como: caballos, ganado vacuno, burros y aves de corral.



Imagen IV. 57. Grafica de Diversidad y Abundancia de especies



Fuente: SECIRA, 2019

Los sitios con mayor presencia de fauna silvestre son aquellos que se encuentran en sitios alejados de áreas perturbadas, en los manchones arbóreos con coberturas altas. Sobre el trazo en los caminos de terracería también podemos encontrar diversas aves de corral y ganado vacuno que son para el autoconsumo, así como animales de carga como burros.

### Índices de riqueza y biodiversidad

El concepto de diversidad ha sido durante años intensamente discutido por los ecólogos, derivándose de su utilización algunos problemas de tipo semántico, conceptual, y técnico. Es importante señalar que si bien, como ocurre con numerosos métodos, el cálculo de índices de diversidad es relativamente sencillo, aún desde un conocimiento rudimentario, pero es fundamental al utilizarlos considerar atentamente sus limitaciones para poder interpretar adecuadamente su significado en cada caso particular.

### Índice de Shannon – Wiener (1949)

El índice de Shannon se basa en la teoría de la información, por tanto, en la probabilidad de encontrar un determinado individuo en un ecosistema. El índice contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies), y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia), (Magurran, 2001).

El problema básico de la medición de estos parámetros es que no es posible contar todas las especies individuos de una comunidad y, por lo tanto, no existe ningún índice que se extrajo en su medición. Hay índices mejores que otros, dependiendo del tipo de colecta que se realice. Se utilizaron los métodos que a continuación se describen:

El índice de Shannon (Shannon y Weaver, 1949) se define como:

$$H = - \sum_{i=1}^S \pi_i \ln \pi_i$$

La diversidad máxima ( $H_{\max} = \ln S$ ) se alcanza cuando todas las especies están igualmente presentes. Un índice de homogeneidad asociado a esta medida de diversidad puede calcularse como el cociente  $H/H_{\max} = H/\ln S$ , que será uno si todas las especies que componen la comunidad tienen igual probabilidad ( $\pi_i = 1/S$ ).

$$\pi = n_i/N$$

Dónde:

$n_i$  = número de individuos en el sistema de la especie determinada  $N$  = número total de individuos  $S$  = número total de especies.

De acuerdo a la clasificación de los índices; el índice de Simpson pertenece a la clase aditiva (2.8) si hacemos que  $\pi_i = 1$ , es decir todas las especies tienen el mismo rango y  $R(\pi) = 1 - \pi_i$ . Entonces:

$$\lambda_{\text{Simp}} = \sum_{i=1}^k \{1 - \pi_i\} \pi_i = 1 - \sum_{i=1}^k \pi_i^2$$

Por lo tanto

$$D = \sum \left( \frac{n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)} \right)$$

A continuación, se presentan los resultados de abundancia relativa, e índices de Shannon-Wiener y Simpson, para el área del proyecto.

**Tabla IV. 61.** Abundancia e Índices de especies de las aves observadas en el proyecto y en el SAR

Nombre científico	Nombre Común	# de individuos	Abundancia relativa (%)	Índice de Shannon
<i>Contopus pertinax</i>	Papamoscas Jose María	22	28.2	0.36
<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	4	5.1	0.15
<i>Cyanthus sordidus</i>	Colibri opaco	2	2.6	0.09
<i>Pithangus sulphuratus</i>	Luis bienteveo	12	15.4	0.29
<i>Ortalis poliocephala</i>	Chachalaca pálida	4	5.1	0.15
<i>Mitrephanes phaeocercus</i>	Papamoscas copeton	14	17.9	0.31
<i>Tyrannus crassirostris</i>	Tirano pico grueso	8	10.3	0.23
<i>Catharus aurantirostris</i>	Zorzal pico naranja	6	7.7	0.20
<i>Turdus rufopalliatu</i>	Mirlo dorso canela	6	7.7	0.20

Fuente: SECIRA, 2019

De acuerdo con nuestros datos obtenidos, en general la fauna silvestre del proyecto de acuerdo con los índices calculados, nos indica que las aves son las más diversas en el área del proyecto presentando un total de 9 generos observados y un total de 78 especies registradas; mientras que los reptiles y mamíferos presentan una diversidad nula por no tener ningún registro de estas especies. Dentro del área del proyecto las aves presentan una heterogeneidad dentro de la zona del proyecto.

Estas especies presentan un Índice de Shannon de 1.968 y un índice de Simpson del 0.83 que nos indica esa diversidad dentro del área, en los diferentes usos de suelo que se localizan dentro del proyecto.

Aparentemente las zonas de máxima vegetación ofrecen una gran variedad de hábitats, así como de oportunidades de alimentación, refugio y reproducción, creando microambientes para estos organismos. Muchas de estas especies se localizan dentro del dosel para su protección y/o utilizan el área como zona de descanso, por lo que estas especies no se verán afectadas por el proyecto, ya que ellas mismas al sentirse amenazadas buscan refugio en zonas más seguras.

INDICE H'	1.968
EQUIDAD	0.452
DOMINANCIA	22

Esta diversidad tiene mayor presencia de especies en sitios con coberturas abundantes, siendo el grupo más representativo el de las aves, mientras que se da una disminución a medida que las zonas están abiertas o desmontadas; donde solo se aprecian algunas aves que forrajean en busca de alimento. Si se considera la uniformidad o equitatividad, como el grado de equilibrio que puede alcanzar un ecosistema dado, los valores obtenidos (Equidad=0,452), no alcanzan cierta rango considerable para las especies encontradas ya que para este parámetro se estima que valores cercanos a 2, es un indicador del estado de buen equilibrio del ecosistema, por lo que los valores obtenidos en los muestreos, distan mucho del valor prefijado anteriormente y no exceden ni siquiera de 1, lo que es indicativo de que el ecosistema que estudia, ha sufrido perturbaciones ya sea de forma natural o por efecto antrópico. El índice (Shannon-Wiener) que

presentaron las aves es de 1.669 lo cual nos indica equilibrio medio entre el ecosistema y las especies, ya sea porque son especies que utilizan esta sierra como paso migratorio y algunas son residentes que se integran muy bien a este hábitat.

### **Medidas de mitigación de la fauna silvestre**

Se deben establecer acciones de control y monitoreo de la fauna existente en la zona del proyecto, que aporten información técnica cualitativa y cuantitativa necesaria sobre los recursos bióticos y abióticos existentes en el área, a fin de agilizar y eficientar las acciones de manejo que se implementen. Es de capital importancia, establecer una base de datos que se actualice constantemente con base en los programas de monitoreo, a fin de proporcionar información pertinente sobre las condiciones reinantes en el área, así como los resultados sobre la pertinencia de los proyectos aplicados y la evolución histórica de los procesos regenerativos.

Se estima que los impactos sobre la fauna serán reducidos de forma significativa mediante la implementación de medidas de mitigación específicas y genéricas, razón por la cual no se plantean medidas de prevención y compensación para fauna en este proyecto.

El desmonte deberá llevarse a cabo en forma paulatina y direccional, en forma tal que se desmonte hacia las áreas que permanecen cubiertas de vegetación. La intención de fomentar el desplazamiento natural y por sí solo de la fauna silvestre. Se recomienda que el desmonte se limite a la pareas estrictamente necesarias y se avance desde las áreas perturbadas hacia el tipo de vegetación para permitir la emigración de la fauna.

Permitir y facilitar el escape y libre tránsito de la fauna silvestre que pudiera presentarse en el área, durante el desarrollo de las actividades de preparación del terreno.

Se deberán realizar acciones de capacitación y educación ambiental, dirigidos al total del personal participante en las obras, para evitar la caza o la captura de animales o simplemente los molesten.

En los sitios de obra se instalarán señalamientos alusivos al comportamiento que deberá tener el personal respecto a la conservación de fauna silvestre.

La actividad de reforestación coadyuvará a mejorar el hábitat de la fauna de la zona, alterado durante las etapas de preparación del sitio y construcción

### **Conclusiones**

Si bien el esfuerzo de muestreo que aplicamos en el área de estudio ha sido considerable, el tamaño del trazo y el difícil acceso a algunas partes de este, hacen aún queden zonas que no han sido muestreadas. Esto aumenta la posibilidad de que en el futuro se registre la presencia de especies aún no reportadas para el proyecto como las de la tabla de especies, e incluso para la entidad que no hayan sido registradas antes. Es por esto por lo que recomendamos ampliamente darle continuidad y atención a este apartado, aportando información complementaria a la obtenida hasta el momento en los momentos de inicio y transcurso de la obra. Además, esperamos que, al tener disponible, información más precisa, esta permitiría el cumplimiento de medidas de protección específicas y recomendaciones para el manejo de la fauna silvestre de este proyecto, sobre todo de las especies endémicas y en alguna categoría de riesgo. La presencia de estas especies le confiere una gran importancia biológica al proyecto, pero a su vez una gran responsabilidad de proteger y preservar estas especies en su medio natural. Es necesario mencionar que esta responsabilidad no sólo debe recaer en los

especialistas del proyecto, si no en todas las brigadas que estén consideradas en el proyecto ya que debe de ser compartida para un buen manejo de la fauna y así fomentar la conservación de los recursos naturales que se localizan en este proyecto.

#### IV.2.2.2.3. COMPOSICIÓN DE POBLACIONES Y COMUNIDADES

Una población se compone de organismos (individuos) de una misma especie que se cruzan entre sí y habitan en un área geográfica particular en un tiempo determinado; por su parte la comunidad es un grupo de poblaciones de distintas especies que coexisten en espacio y tiempo e interactúan directa o indirectamente unos con otros y dependiendo del tipo ecosistema es que coexiste un grupo característico de animales. El conocimiento de la Interacción entre los individuos de una población y el ambiente determinan las propiedades emergentes de cada comunidad que a su vez determinan su dinámica y estabilidad en el ecosistema.

Para conocer composición de una comunidad existen medidas, atributos importantes como la riqueza y la diversidad de especies que describen la composición de una comunidad, es por ello por lo que se hace referencia a continuación.

En lo que concierne a la Flora natural dentro del trazo del proyecto, solo será modificado el Bosque de Pino-Encino por la inclusión del proyecto, en donde, se realizaron 3 sitios de muestreo, obteniendo en el índice de Simpson (el cual indica la probabilidad de encontrar dos individuos de especies diferentes en dos extracciones sucesivas al azar sin reposición) este fue de 0.94, cabe señalar que este índice le da un peso mayor a las especies abundantes subestimando las especies raras, tomando valores entre '0' (baja diversidad) hasta un máximo de 1 indicativo de una alta diversidad. Mientras el Índice de diversidad de Shannon fue de 3.01, el cual asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra, adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos, y tomando en cuenta la interpretación de este Índice con base a lo sugerido por Magurran (1989), se establece que la Diversidad en este uso de suelo del proyecto es Media-Alta, con una Equitatividad Alta (grado de igualdad de la distribución de la abundancia de las especies) de 0.92, en donde el número 1 indica que todas las especies son igualmente abundantes y el 0 señala la ausencia de uniformidad. Los resultados anteriores sugieren, que la vegetación en el área del presente estudio puede encontrarse en diferentes etapas de sucesión ecológica.

Al respecto la Fauna, el Índice de Shannon de todas las especies observadas en toda el área del proyecto es de 1.968 y un índice de Simpson del 0.83 que nos indica equilibrio medio entre el ecosistema y las especies, ya sea porque son especies que utilizan esta sierra como paso migratorio y algunas son residentes que se integran muy bien a este hábitat. Como ya se mencionó, debido a que la zona este paralelo a una vialidad, no existirá afectación a la fauna silvestre observada en la zona por el desarrollo del proyecto.

#### IV.2.2.2.4. BIODIVERSIDAD

La biodiversidad suministra numerosos servicios que directa o indirectamente son de valor para el hombre. El más notable es el uso de diversas especies como fuente de productos naturales. Mientras la diversidad biológica enriquece la vida de la gente; en el mundo de la industria ella suministra el medio de sobrevivir de los países no desarrollados. Las plantas y los animales se usan por los individuos para comer, vestirse y, construir casas. La preservación de la biodiversidad permite la productividad agrícola y el ecoturismo, al igual que ella suministra los principios para muchas medicinas.

Los estudios tradicionales de biodiversidad se basan en análisis cuantitativos de la estructuración de las entidades que forman parte de un paisaje, y se obtienen como resultados valores con los que se puede inferir la biodiversidad proporcional de una zona (Noss, 1990).

En este sentido, es probable que conforme avancen los estudios en la entidad las cifras puedan variar, sobre todo al observar que los grupos de organismos en los cuales el estado no se ubica en los primeros sitios, coinciden con los menos estudiados y en los cuales aún hoy día no se cuenta con especialistas trabajando sistemáticamente en esta zona del proyecto.

La biodiversidad proporciona una variedad de bienes y servicios de los cuales depende directa o indirectamente el bienestar humano. Los servicios que los ecosistemas proveen a las sociedades pueden ser de provisión, regulación, soporte y culturales.

Las especies más diversas con aquellas que han soportado la interacción de sistemas abióticos extremos y se han adaptado a este ecosistema. De acuerdo con los resultados de vegetación, el Índice Valor de Importancia nos muestra que la mayor dominancia la tiene *Pinus ayacahuite* con 29.70, *Pinus pseudostrobus* con 20.56 y *Pinus oocarpa* 20.07, son las especies que presentan más alto este valor dentro del Bosque de Pino-Encino.

En cuestión de la fauna silvestre, en general la fauna silvestre del proyecto de acuerdo con los índices calculados, nos indica que las aves son las más diversas en el área del proyecto presentando un total de 9 géneros observados y un total de 78 especies registradas; mientras que los reptiles y mamíferos presentan una diversidad nula por no tener ningún registro de estas especies. Dentro del área del proyecto las aves presentan una heterogeneidad dentro de la zona del proyecto.

Al igual que en muchas partes del mundo, en México existe una fuerte presión sobre la biodiversidad en sus tres niveles. Dentro de las amenazas, en el ecosistema se identifica el cambio climático global, la erosión, la fragmentación del hábitat, la contaminación, la disminución de la riqueza y abundancia de especies y los efectos acumulativos de todas éstas. En las especies se identifica como amenaza la introducción, la erradicación y el comercio ilegal e irracional de las mismas. Con relación a la diversidad genética, las amenazas que afectan son, entre otras, la introducción de especies exóticas, la pérdida de germoplasma (variabilidad), las especies modificadas (variedades mejoradas), la biotecnología (clonación) y la bioseguridad (riesgo de liberar organismos modificados genéticamente al medio ambiente) (CONABIO, 1998).

#### IV.2.2.2.5. ECOSISTEMAS

Se denomina Ecosistema a la unidad básica de interacción organismo-ambiente que resulta de las complejas relaciones existentes entre los elementos vivos e inanimados de un área dada.

Además, la biodiversidad, específicamente los ecosistemas, otorgan servicios (ecosistémicos o ambientales) a la sociedad que pueden ser:

- 1) de provisión, a través de todas las materias primas como fibras, madera, agua y alimentos;
- 2) de regulación, como la regulación del clima, de enfermedades y control de la erosión;
- 3) de soporte, como la formación de suelos y reciclado de nutrientes, y
- 4) culturales, como fuente de inspiración artística o espiritual, sitios recreativos, entre otras (CONABIO, 2006).

El conocimiento sobre la diversidad local y regional es esencial para el manejo de los recursos biológicos, incluyendo la promoción de la conservación de especies (Bojórquez-Tapia *et al.*, 1994). Por esta razón, los listados de especies o

inventarios biológicos son esenciales para entender la diversidad de organismos de una región, su historia, función, manejo y conservación.

Las actividades productivas dependen de la buena salud de los ecosistemas, por lo cual resulta conveniente fomentar su conservación y adecuado manejo, por ejemplo, programas de conservación del mangle donde la gente se involucre y ayude a su conservación, con la finalidad de mejorar el nivel de vida de sus familias y el uso sustentable de los recursos naturales, o las propuestas para una peca sustentable, importante para el desarrollo de la comunidad.

Las modificaciones generales a los ciclos de los nutrientes son factores difíciles de evaluar dentro de los alcances y tiempos de ejecución de la presente manifestación de impacto ambiental.

Para el área de influencia del proyecto, así como el sitio donde se pretende la realización de esta propuesta existe Bosque de Pino-encino, este ecosistema mezclado de pino-encino, con predominancia de una u otra especie, cubren una superficie potencial de más de 16 millones de hectáreas (INEGI 2005a). Se encuentran en las áreas de transición entre los bosques de encino y los de pino, predominando los primeros a menor altitud y los de pinos a mayor altitud. Aun cuando los géneros de los árboles asociados a los bosques de coníferas y encinos son de afinidad netamente boreal, en este mismo nivel el sotobosque de estas comunidades está compuesto en proporciones similares (37%) por elementos de afinidad neártica y neotropical. También hay un componente endémico muy importante de 27% de los géneros (Rzedowski 1998). Se ha calculado que la contribución total a la flora fanerogámica de México de los ecosistemas de clima templado subhúmedo es de alrededor de 7 000 especies, prácticamente la cuarta parte de la flora nacional (Rzedowski 1998), en la que el recambio de especies entre distintas comunidades es de gran relevancia (Koleff et al. 2004).

Aprovechar de manera inteligente, estratégica, con gran sentido social y buscando el mejoramiento y la conservación de los ecosistemas forestales, debe ser el propósito de instrumentar una política pública que mejore las condiciones de los habitantes del Estado, incrementando el empleo, generando riqueza, mejorando los servicios, garantizando seguridad y suministros relevantes a los grandes centros de desarrollo turístico y habitacional.

#### IV.2.2.2.6. ECOSISTEMAS AMBIENTALMENTE SENSIBLES

Los ecosistemas se caracterizan por ser dinámicos y siempre cambiantes conservadoramente, al interactuar con factores antrópicos como la actividad agrícola y ganadera, la alteración del suelo con contaminantes y, la explotación de los recursos no renovables entre otros, ocasionan dinámicas no naturales en el comportamiento de los diferentes hábitats. Los resultados de estos ejercicios redundan en problemas ecológicos que en muchas ocasiones interrumpen fases de ciclos de vida, empobrecimiento del recurso alimentario y fragmentación o reducción del hábitat, acciones que orillan a los animales a migrar en el mejor de los casos o a la extinción irremediadamente.

Dentro del trazo del proyecto existe Bosque de Pino-Encino el cual es un ecosistema sensible, a la erosión, a la pérdida masiva de árboles por el fuego provocado debido a la sequía, a las plagas de escarabajos o la deforestación, esto puede tener consecuencias mucho más allá del paisaje local. Eliminar un bosque entero puede tener efectos significativos en los patrones climáticos globales y alterar el ecosistema, por lo que debido a la inclusión del proyecto se buscará no afectar a este tipo de vegetación de manera inapropiada.

#### IV.2.2.3.1 PAISAJE

Como parte de una evaluación integral, se considera al paisaje como un elemento o sintético de todo un conjunto de características del medio físico, biótico y social. El correcto análisis del **paisaje** proporciona elementos importantes respecto de la situación actual, antecedentes y las posibilidades futuras de desarrollo en la región y aunque su efecto sólo es visual e integral, es un buen indicador que muestra las tendencias y comportamiento de los aspectos de conservación ambiental y hábitat de especies silvestres, la fragmentación del hábitat, tamaño y conformación de matrices, corredores y parches, son aspectos importantes para conocer si se ha rebasado la resistencia y resiliencia del sistema. El inventario del paisaje incluye la descripción y valoración de la singularidad paisajística o elementos naturales o artificiales sobresalientes, así como los componentes relevantes de carácter científico, cultural e histórico.

#### SÍNTESIS DE LOS COMPONENTES DEL MODELO DE PAISAJE.

El estudio del paisaje se basa en la interpretación y explicación de lo que ve un sujeto, principalmente caracterizado por los elementos que pueden ser percibidos por el observador (vegetación, cultivos, relieve, corrientes de agua, rocas expuestas, etc.); Asimismo se puede considerar al paisaje como un recurso natural que tiene una consideración especial dentro de la valoración ambiental cuando está en función de los proyectos de desarrollo. La valoración del paisaje incorpora a los recursos naturales y actividades antrópicas, con ello esta valoración se hace a través de la calidad y la fragilidad.

#### CALIDAD VISUAL.

La calidad visual se refiere a la valoración del atractivo visual, y se ha establecido como un recurso básico y parte esencial, recibiendo igual consideración que los demás recursos del medio físico, además es valorado en términos comparables al resto de los recursos. La percepción del paisaje es una acción de interpretación por parte del observador donde además del problema perceptivo surge una nueva complicación: la adjudicación posterior de un valor. Una vez que el evaluador ha percibido el escenario el proceso de evaluación le exige realizar una ponderación de los componentes de la escenografía ambiental que puede resultar subjetiva y diferente de un segundo evaluador, por ello se considera que la calidad visual del paisaje tiene interés para adoptar alternativas de uso o cuando se necesitan cánones de comparación. Ahora bien, todo intento de evaluar la calidad paisajística de un espacio debe asumir la existencia de posturas subjetivas. Pero siempre se debe tratar de tener objetividad lo que se ve con la finalidad de marcar aspectos que permitan comparar situaciones distintas, por ejemplo, comparar la misma situación del paisaje, y su tendencia a lo largo del tiempo sin proyecto y con proyecto. Asimismo, se realizó la ponderación de la calidad escénica, utilizando las siguientes consideraciones:



**Tabla IV. 62. Ponderación para la Evaluación de la Calidad Escénica.**

Ponderación	5	3	1
<b>Morfología</b>	Relieve muy montañoso, marcado y prominente (acantilados, agujas ígneas, grandes formaciones rocosas); o bien relieve de gran Variedad superficial o muy erosionado o sistema de dunas; o presencia de algún rasgo muy singular y dominante (glaciares)	Formas erosivas interesantes o relieve variado en tamaño y forma. Presencia de formas y detalles interesantes pero no dominantes o excepcionales	Colinas suaves, fondos de valle planos, pocos o ningún detalle singular
<b>Ponderación</b>	5	3	1
<b>Vegetación</b>	Gran variedad de tipos de vegetación, con formas, texturas y distribución interesantes	Algunas variedades en la vegetación, pero solo uno o dos tipos	Poca o ninguna variedad o contraste en la vegetación
<b>Ponderación</b>	5	3	0
<b>Hidrología</b>	Factor dominante en el paisaje; apariencia limpia y clara, aguas blancas (rápidos y cascadas) o láminas de agua en reposo	Agua en movimiento o en reposo pero no dominante en el paisaje	Ausente o inapreciable
<b>Ponderación</b>	5	3	1
<b>Color</b>	Combinaciones De color intensa y variada, o contrastes agradables entresuelo, vegetación, roca, agua y nieve.	Alguna variedad e intensidad en los colores y contraste del suelo, roca y vegetación, pero no actúa como elemento dominante.	Muy poca variación de color o contrastes, colores apagados.
<b>Ponderación</b>	5	3	0
<b>Fondo escénico</b>	El paisaje circundante potencia mucho la calidad visual	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad visual del conjunto	El paisaje adyacente no ejerce influencia en la calidad del conjunto
<b>Ponderación</b>	6	2	1
<b>Rareza</b>	Único o poco común, o muy raro en la región, posibilidad real de contemplar fauna y vegetación de manera excepcional	Característico, aunque similar a otros en la región	Bastante común en la región
<b>Ponderación</b>	2	1	0
<b>Actividades humanas</b>	Libre de actividades estéticamente indeseadas o con modificaciones que inciden favorablemente en la calidad visual.	La calidad escénica está afectada por modificaciones poco armoniosas, aunque no en una totalidad, o las actuaciones no añaden calidad visual.	Modificaciones intensas y extensas, que reducen o anulan la calidad escénica.

Fuente: González Alonso Santiago et al, (1983)

En el sitio se obtienen las coordenadas geográficas y el área susceptible de modificación potencial, de acuerdo a la estructura del paisaje, posteriormente fueron identificados los atributos del paisaje que pudieran ser afectados por el proyecto y la simulación del contraste visual:

1. Toma de fotografías en cada sitio seleccionado, la cual muestra la situación del escenario sin la presencia del proyecto.
2. Registro y valoración de elementos del paisaje, en formato de campo ex profeso.
3. Manejo de imágenes en gabinete.

Los criterios para la evaluación de la calidad escénica se presentan en la tabla siguiente, donde los atributos considerados están justificados en su operación por el U.S.D.A. Forest Service y el Bureau of Land Management (BLM) de Estados Unidos y para la valoración final se toma de la misma metodología los niveles de sensibilidad de acuerdo con la sumatoria de ponderación como se muestra en la tabla de Valoración al paisaje.

## CALIDAD VISUAL

Con las metodologías utilizadas se observó que, en la zona del proyecto, se encuentra dentro del Valle de México, en una zona de planicie, colindante con algunos lomeríos.

Las unidades de paisaje identificadas en el proyecto son las siguientes:

- Sierra con zona agrícola
- Sierra con vegetación de bosque de pino
- Sierra con localidad rural

- 1) **Sierra con Zona agrícola:** se desarrolla en las cercanías de las localidades rurales y cercanos a los caminos, se trata de cultivo de temporal anual, siendo principalmente para autoconsumo.

Imagen IV. 58 Sierra con Zona agrícola.



Fuente: SECIRA, 2019.

- 2) **Sierra con veg pino:** Es la unidad paisajística de mayor presencia en el sistema ambiental, se trata de sitios que presentan buen nivel de conservación.

**Imagen IV. 59.** Sierra con vegetación de pino



Fuente: SECIRA, 2019.

- 3) **Sierra con localidad rural:** Es la unidad paisajística de menor presencia en el área de estudio, se trata de pequeñas comunidades que se han desarrollado a lo largo del camino, se trata de una unidad importante, ya que se ha presentado un aumento de dicha unidad en el área de estudio.

Imagen IV. 60 Sierra con localidad rural



Fuente: SECIRA, 2019.

Para realizar la valoración paisajística se tomaron los siguientes criterios de valoración:

- 1) Valoración estética:
  - ✓ Común o áreas con características y rasgos ordinarios en la región;
  - ✓ Frecuente o áreas que reúnen una mezcla de características excepcionales para algunos aspectos y comunes para otros;
  - ✓ Excepcional o única, áreas que reúnen características excepcionales para cada aspecto valorado.
- 2) Valoración ecosistémica
  - ✓ Conservada, guarda procesos ecosistémicos originales y con alta resiliencia;
  - ✓ Deteriorada, los procesos ecosistémicos han sido alterados y disminuye su resiliencia;
  - ✓ Progresiva, existen factores o fuerzas exógenas, que están promoviendo esa tendencia, ya sea de conservación o de deterioro;
  - ✓ Regresiva, donde existen factores o fuerzas exógenas y endógenas, que revierten esta tendencia.

Para valorar el paisaje en el sitio se realiza la sumatoria de la ponderación de atributos y el resultado obtenido se incluye en alguna de las tres categorías de sensibilidad indicadas en la tabla siguiente:

**Tabla 1. Sensibilidad del Paisaje por Algún Tipo de Alteración.**

PONDERACIÓN	SENSIBILIDAD	CATEGORÍA	CRITERIO	VALOR NUMÉRICO
A	Alta	Clímax	Mantienen sus caracteres originales y prevalece una estabilidad equilibrio entre los subsistemas abiótico, biótico y antrópico, tienen alta capacidad de resiliencia y muy bajo nivel de deterioro. Existen procesos edafogenéticos y recolonización vegetal que garantizan el mantenimiento de la riqueza y el equilibrio de sus paisajes. Con aprovechamientos del potencial natural, sin afectar la regeneración natural.	19 – 33
B	Media	Paraclímax	Presenta una situación de estabilidad favorable, aunque puede ser frágil debido a acciones antrópicas sobre los componentes bióticos que han simplificado el sistema, incrementando su sensibilidad a impactos externos. No obstante, la baja incidencia e intensidad no compromete el equilibrio alcanzado, de tal forma que los escasos desajustes espaciales y temporales del potencial ecológico pueden ser restaurados.	12 – 18
C	Baja	Degradado	Presenta diversas situaciones de deterioro en distinto grado y manifiesta una sensible inestabilidad, La posibilidad de recuperación de un paisaje degradado depende de su nivel de deterioro.	0 - 11

**Fuente:** González Alonso Santiago et al, (1983) modificada por promovente, 2009

En el área de estudio, predominan las condiciones ecológicas de "Degradadas" ya que se trata de una zona con alta actividad antrópica la cual ha modificado las condiciones originales del sitio, únicamente se aprecian planicies, una con zona urbana y la otra con agricultura, en las cuales no hay condiciones ambientales excepcionales a considerar. Los grados de perturbación, según Mateo y Ortiz (2001), se presentan como:

- a. **Degradado:** donde el sistema ha sufrido importantes perturbaciones,
- b. **Conservado:** donde los ecosistemas mantienen sus procesos ecosistémicos y grado de resiliencia,
- c. **Progresivo:** donde el sistema degradado continua su degradación o el conservado continúa con su poder de resiliencia,
- d. **Regresivo:** los sistemas degradados registran una tendencia a la recuperación del equilibrio, o donde los sistemas conservados pierden su poder de regeneración de elementos bióticos. Existen paisajes regresivos o progresivos por causa antrópica (áreas periurbanas) y por causa natural (zonas desérticas y zonas con intensos procesos de erosión natural, o grado de resiliencia).

Con los criterios anteriores se presenta la siguiente tabla de valoración total del paisaje:

**Tabla 2.** Valoración del paisaje del Proyecto del proyecto.

UNIDAD PAISAJÍSTICA	SUBUNIDAD	VALORACIÓN ESTÉTICA	VALORACIÓN ECOSISTÉMICA	CALIDAD VISUAL
Sierra	Agricultura	Común	Degradado progresivo	Media
	Vegetación de bosque de Pino	Común	Degradado regresivo	Media
	Localidad rural	Común	Degradado progresivo	Media

Fuente: SECIRA, 2019.

### FRAGILIDAD VISUAL

La fragilidad visual se evalúa teniendo también como base la geomorfología, vegetación y los elementos que encubren a otros, considerando que la fragilidad visual crece con la magnitud del contraste entre geomorfología, suelo y vegetación y disminuye con los que enmascaren una nueva actividad que se pretenda ser incorporada a la zona de estudio, donde el factor enmascararte más importante es el relieve. Por otra parte, la vegetación; a mayor pendiente mayor es la fragilidad visual y a medida que la pendiente se suaviza la absorción de las modificaciones a un paisaje, se atenúan paulatinamente. Lo anterior como resultado de que una visual resulta más vulnerable a medida que tiene una mayor visibilidad. En la tabla siguiente se presentan los resultados.

**Tabla 3.** Fragilidad visual del Sistema Ambiental Regional del proyecto.

UNIDAD PAISAJÍSTICA	SUB_ UNIDAD	FACTORES INTRINSECOS			FACTORES EXTRINSECOS			FRAGILIDAD VISUAL
		ABUNDANCIA DE ELEMENTOS	TOPOGRAFIA Y PENDIENTE (INCIDENCIA VISUAL)	COMPLEJIDAD	CAMPO VISUAL	ACCESIBILIDAD	ELEMENTOS DE INFLUENCIA	
Sierra	Agricultura	Medio	Medio	Bajo	Regional	Alta	Alta	Baja
	Vegetación de bosque de Pino	Alto	Medio	Media	Regional	Media	Medio	Media
	Localidad rural	Bajo	Medio	Bajo	Regional	Alta	Alta	Baja

Fuente: SECIRA, 2019.

**Tabla 4.** Base numérica para calcular la capacidad de acogida ecológica.

Calidad visual	Fragilidad visual			
	Categoría	Alta	Media	Baja
	Alta	1	2	3
	Media	2	3	4
	Baja	3	4	5

Fuente: Biota, 2015.

Con los resultados de este cruce se desarrolla la tabla de capacidad de acogida ecológica, donde los valores numéricos tienen el significado siguiente:

**Tabla 5.** Agrupación de la Capacidad de Acogida Ecológica.

CLAVE	PONDERACIÓN PAISAJÍSTICA	CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN
	1	Baja capacidad de acogida o sensibilidad alta al cambio	Zona de alta calidad y alta fragilidad, cuya conservación resulta prioritaria.
	2		Zona de alta calidad y baja o moderada fragilidad, aptas en principio para la promoción de actividades que requieran calidad paisajística o causen impactos de baja ponderación en el paisaje.
	3	Moderada capacidad de acogida ecológica o sensibilidad media	Zona de calidad media y fragilidad media, que puede incorporar obras cuando las circunstancias lo permitan e impactos mitigables.
	4		Zonas de calidad media a baja y fragilidad media baja, que pueden incorporarse a la clase 5, cuando sea preciso
	5	Mayor capacidad de acogida o sensibilidad baja al cambio	Zonas de calidad y fragilidad bajas, aptas desde el punto de vista paisajístico para la localización de actividades poco gratas o que causen impactos muy fuertes.

Fuente: Ramos, *et al* 1980

El cruce de las ponderaciones de fragilidad visual y calidad visual se muestra en la tabla siguiente:

**Tabla 6.** Capacidad de acogida ecológica del Sistema Ambiental Regional para el Camino

		Sierra		
		Agricultura	Vegetación de bosque de Pino	Localidad rural
Sierra	Agricultura	5		
	Vegetación de bosque de Pino		3	
	Localidad rural			5

Fuente: SECIRA, 2019.

#### IV.2.2.3.2 SOCIOECONOMICO

El camino: E.C.(TLAPA-MARQUELIA) - ILIATENCO, TRAMO: DEL KM 0+000 AL KM 5+000, EN EL MUNICIPIO DE ILIATENCO, EN EL ESTADO DE GUERRERO. Se localiza dentro de dos municipios, los cuales son; Malinaltepec e Iliatenco, mismo que se describen a continuación:

##### MUNICIPIO DE MALINALTEPEC

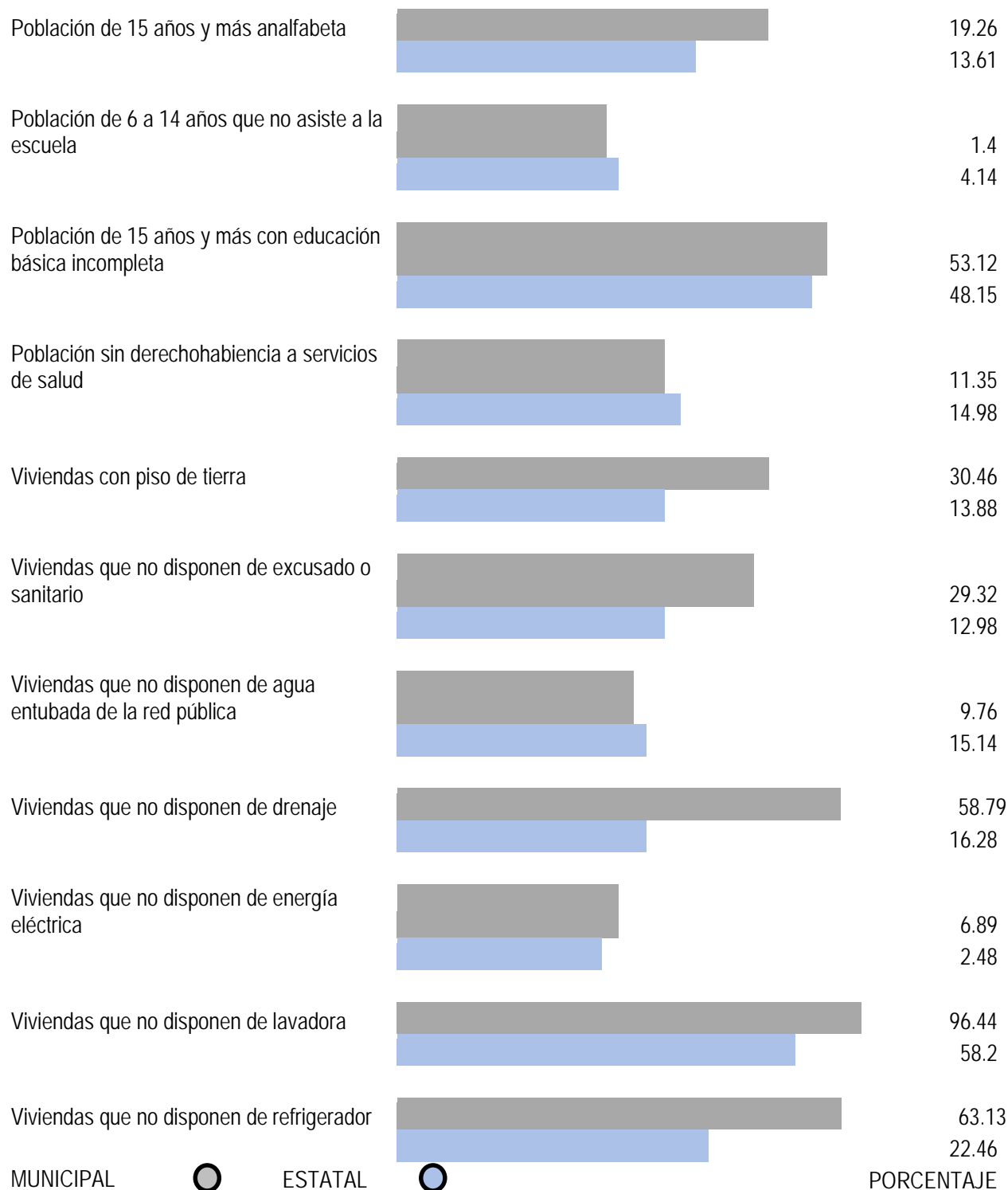
- DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN

Porcentaje de la Población				
Estatad	Municipal			
2015	1990	2000	2010	2015
Rezago educativo				
26.91	39.22	22.42	28.62	24.80
Carencia por material de pisos en la vivienda				
14.87	96.36	73.36	25.09	30.00
Carencia por material de muros en la vivienda				
6.52	18.50	2.73	1.26	1.60
Carencia por material de techos de la vivienda				
4.16	41.32	42.32	20.67	15.00
Carencia por hacinamiento en la vivienda				
28.27	78.34	54.17	44.20	35.10
Carencia por acceso al agua entubada en la vivienda				
16.55	92.22	80.13	76.35	9.80
Carencia por servicio de drenaje en la vivienda				
22.58	98.68	94.85	75.82	63.00
Carencia por servicio de electricidad en la vivienda				
2.40	74.35	52.80	14.12	6.10



- REZAGO SOCIAL

En 2015, el municipio ocupó el lugar 60 de 81 municipios en la escala estatal de rezago social.



## MUNICIPIO DE ILIATENCO

- INDICADORES SOCIODEMOGRÁFICOS
- La población total del municipio en 2010 fue de 10,522 personas, lo cual representó el 0.3% de la población en el estado.
- En el mismo año había en el municipio 2,062 hogares (0.3% del total de hogares en la entidad), de los cuales 559 estaban encabezados por jefas de familia (0.3% del total de la entidad).
- El tamaño promedio de los hogares en el municipio fue de 5.1 integrantes, mientras que en el estado el tamaño promedio fue de 4.2 integrantes.

INDICADOR	ILIATENCO (MUNICIPIO)	GUERRERO (ESTADO)
Población total, 2010	10,522	3,388,768
Total, de hogares y viviendas particulares habitadas, 2010	2,062	805,230
Tamaño promedio de los hogares (personas), 2010	5.1	4.2
Hogares con jefatura femenina, 2010	559	216,879
Grado promedio de escolaridad de la población de 15 o más años, 2010	6.8	7.3
Total, de escuelas en educación básica y media superior, 2010	46	10,975
Personal médico (personas), 2010	9	4,825
Unidades médicas, 2010	9	1,169
Número promedio de carencias para la población en situación de pobreza, 2010	3.8	3.4
Número promedio de carencias para la población en situación de pobreza extrema, 2010	4	4.1

- EDUCACIÓN

- El grado promedio de escolaridad de la población de 15 años o más en el municipio era en 2010 de 6.8, frente al grado promedio de escolaridad de 7.3 en la entidad.
- En 2010, el municipio contaba con 19 escuelas preescolares (0.5% del total estatal), 18 primarias (0.4% del total) y seis secundarias (0.3%). Además, el municipio contaba con tres bachilleratos (1%) y ninguna escuela de formación para el trabajo. El municipio también contaba con 15 primarias indígenas (1.7%).

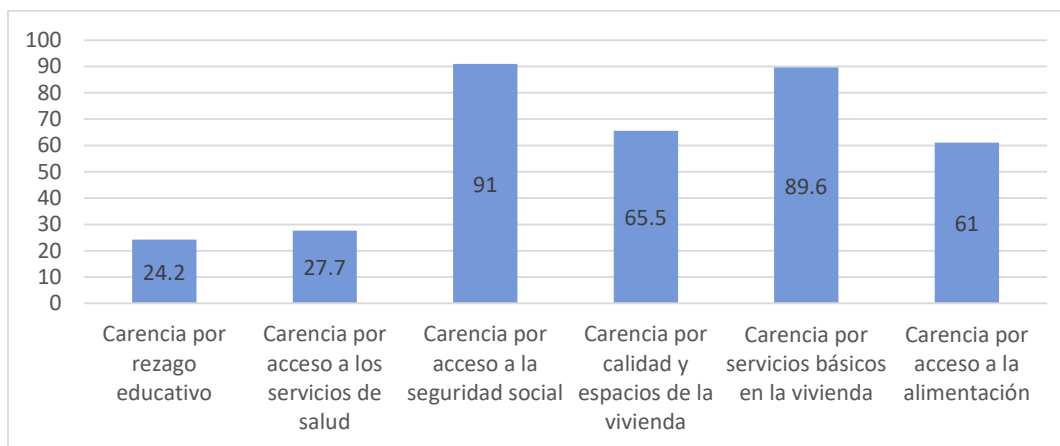
- SALUD Y BIENESTAR

- Las unidades médicas en el municipio eran nueve (0.8% del total de unidades médicas del estado).
- El personal médico era de nueve personas (0.2% del total de médicos en la entidad) y la razón de médicos por unidad médica era de 1, frente a la razón de 4.1 en todo el estado.

- POBREZA

- En 2010, 8,442 individuos (80.8% del total de la población) se encontraban en pobreza, de los cuales 2,836 (27.2%) presentaban pobreza moderada y 5,606 (53.7%) estaban en pobreza extrema.
- En 2010, la condición de rezago educativo afectó a 24.2% de la población, lo que significa que 2,527 individuos presentaron esta carencia social.
- En el mismo año, el porcentaje de personas sin acceso a servicios de salud fue de 27.7%, equivalente a 2,892 personas.
- La carencia por acceso a la seguridad social afectó a 91% de la población, es decir 9,502 personas se encontraban bajo esta condición.
- El porcentaje de individuos que reportó habitar en viviendas con mala calidad de materiales y espacio insuficiente fue de 65.5% (6,838 personas).
- El porcentaje de personas que reportó habitar en viviendas sin disponibilidad de servicios básicos fue de 89.6%, lo que significa que las condiciones de vivienda no son las adecuadas para 9,359 personas.
- La incidencia de la carencia por acceso a la alimentación fue de 61%, es decir una población de 6,372 personas.

Indicadores de carencia social (porcentajes)



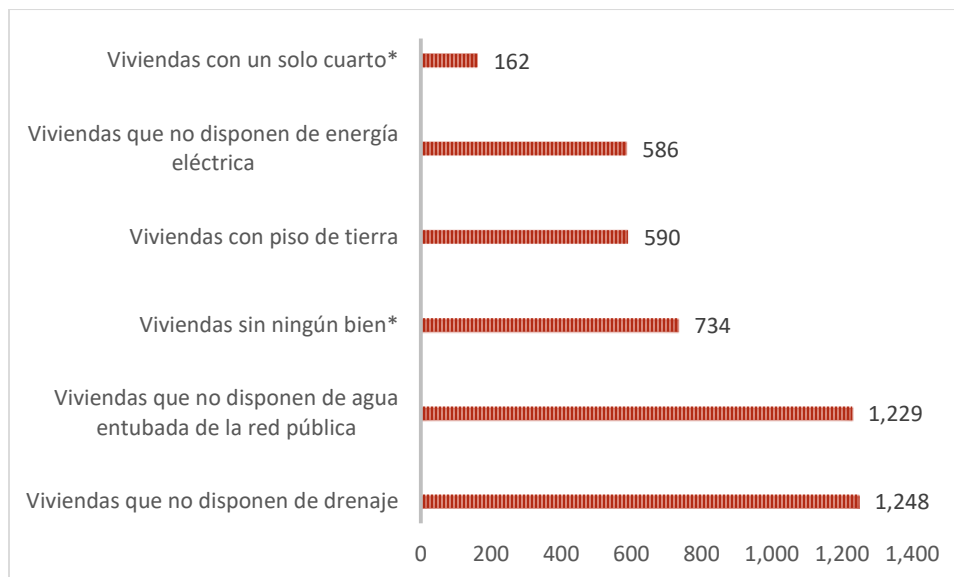
- VIVIENDA

- Viviendas que no disponen de drenaje (60.5% del total), viviendas que no disponen de agua entubada de la red pública (59.6%), viviendas sin ningún bien (35.6%), viviendas con piso de tierra (28.6%), viviendas que no disponen de energía eléctrica (28.4%) y viviendas con un solo cuarto (7.9%).

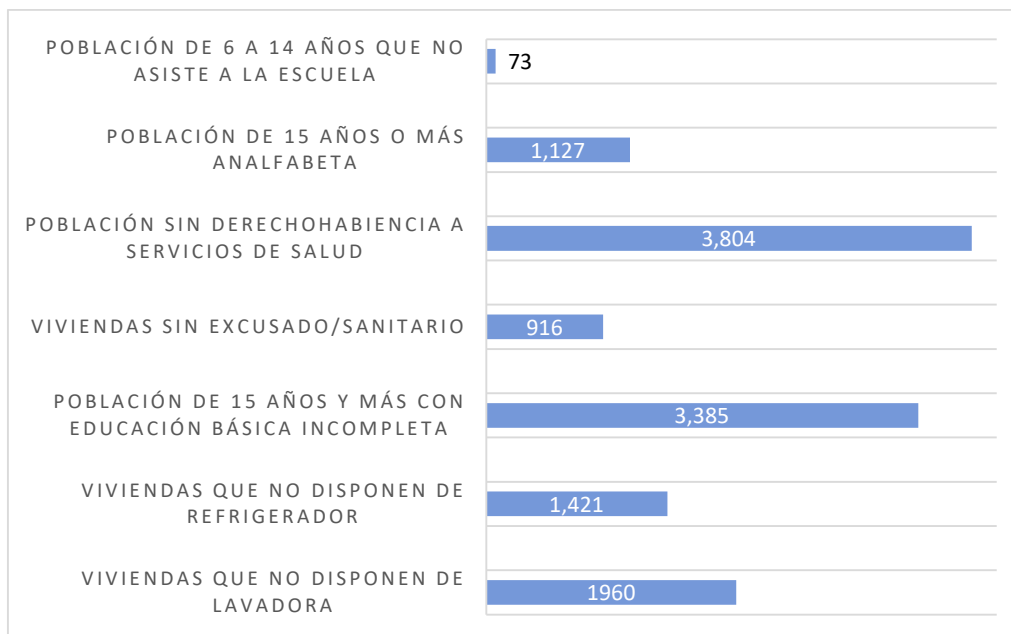
Las incidencias en otros indicadores de rezago social son:

- Viviendas que no disponen de lavadora (95.1% del total), viviendas que no disponen de refrigerador (68.9%), población de 15 años y más con educación básica incompleta (56.1%), viviendas sin excusado/sanitario (44.4%), población sin derechohabencia a servicios de salud (36.2%), población de 15 años o más analfabeta (18.7%) y población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela (2.5%).

### Porcentajes y Número de Viviendas



### Número de Viviendas y Personas



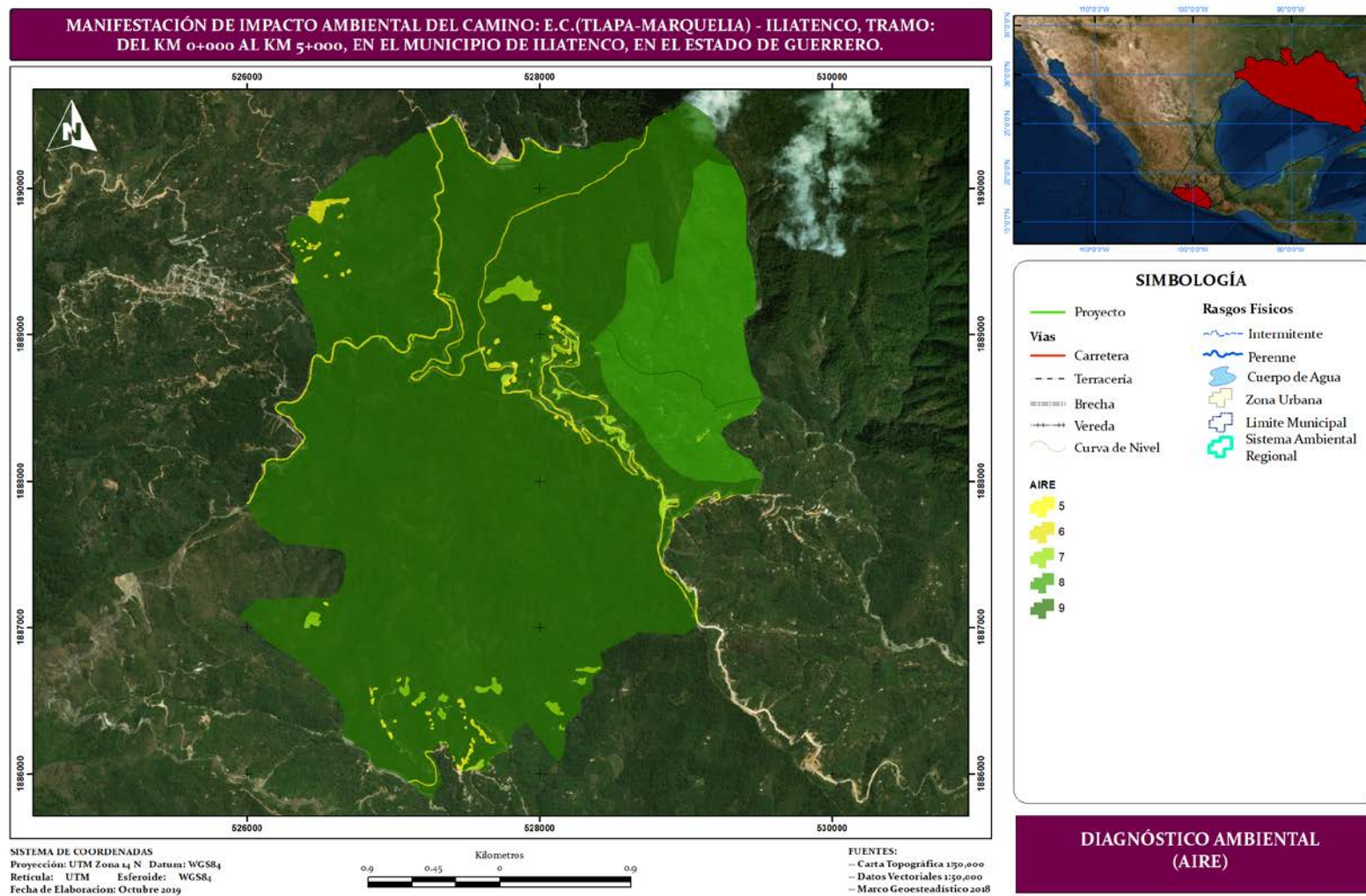
## IV.3 Diagnostico Ambiental

### IV.3.1. MEDIO ABIÓTICO

#### IV.3.1.1. AIRE

La siguiente imagen señala que las zonas de mejor calidad ambiental del aire, con puntuación registrada en 9 (prácticamente sin perturbación), se trata de los fragmentos de hábitat prevaeciente de la vegetación primaria de bosque de pino-encino y los cauces perennes e intermitentes, donde la presencia antropogénica es escasa, con muy poca influencia de emisiones derivadas del tránsito de vehículos y de la actividad antrópica, razón por la cual la calidad del aire es óptima, aunado a la presencia cercana del tipo de vegetación dominante que incrementa esta calidad. A continuación, se encuentran vegetación secundaria del bosque de pino-encino, con menor calidad ambiental en lo que respecta al elemento aire con puntuación igual a 8 (muy buena) lo cual obedece a que se trata de superficies reducidas que no alteran en gran manera la calidad del aire. La buena calidad del aire (7) se localiza en las áreas con escasa vegetación, los caminos tipo brecha, lo cual obedece a que en estas zonas se encuentran bajas emisiones de contaminantes a causa de la escasa presencia humana. Los caminos de tipo vereda, las carreteras de terracería presentan una ponderación de (6), es decir se trata de zonas modificadas, en la que se presentan emisiones bajas de vehículos y antrópicas en varios puntos de la zona de estudio. La menor calidad de aire se presenta en las construcciones y las carreteras pavimentadas (calidad regular/modificado = 5), lo cual obedece a la emisión de gases en ocasiones eventuales realizadas por los vehículos que circulan por esta vía de comunicación y por los gases de combustión que generan las casas de las zonas rurales.

Imagen IV. 61 Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional (componente aire).



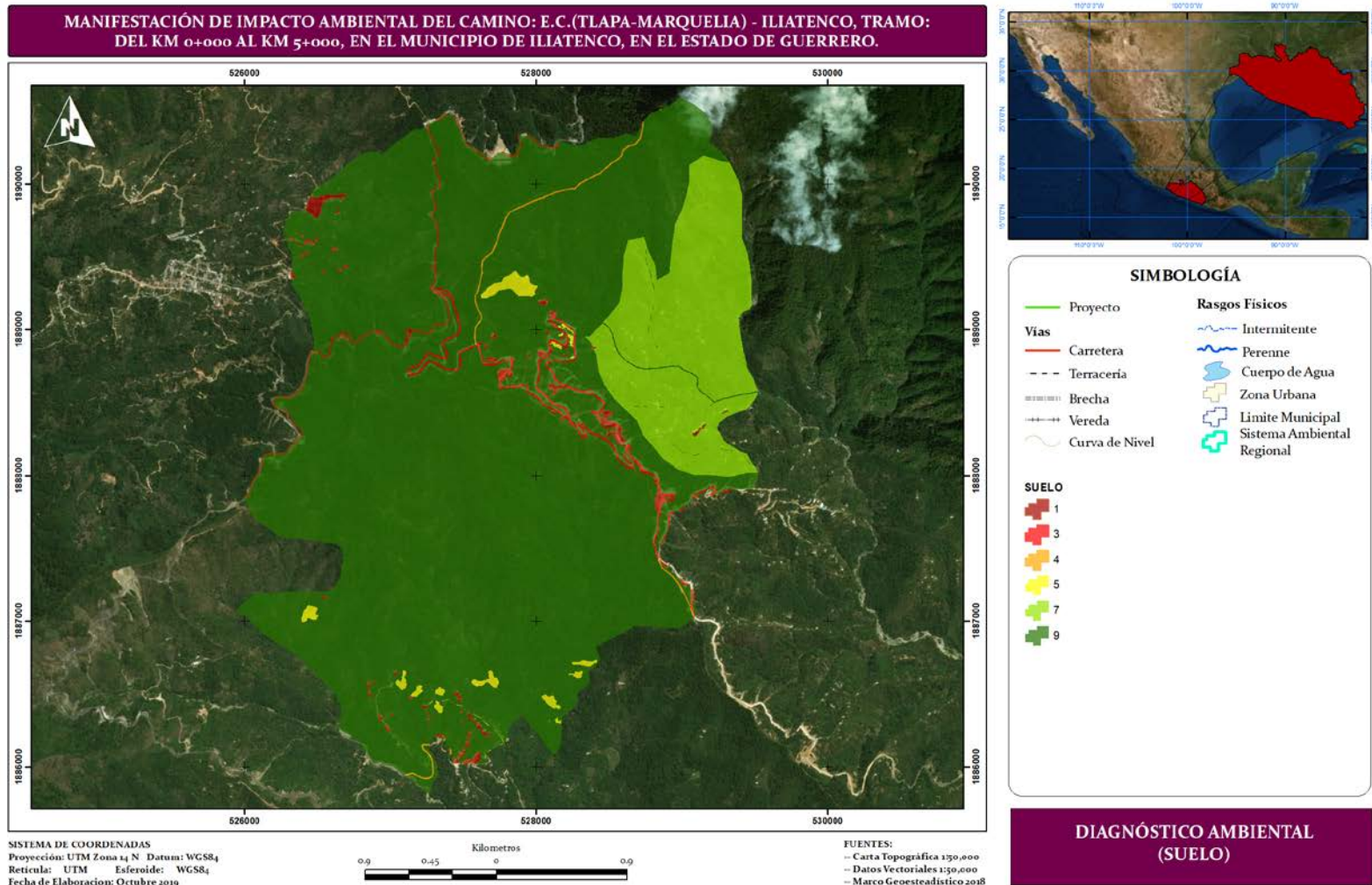
Fuente: SECIRA, 2019

#### IV.3.1.2. SUELO.

La menor calidad ambiental (**1=degradado**) en lo que respecta al elemento suelo se presenta en las áreas desprovistas de vegetación, las construcciones y las carreteras pavimentadas, en las que, el elemento suelo ha sido completamente cubierto por el pavimento o por las construcciones o en las zonas estación aparente con superficies extensas donde el material parental está totalmente expuesto y es evidente la presencia de cárcavas de 1 m o más de ancho y se presenta una erosión severa. Las carreteras de terracería presentan una ponderación de 3 (**mala**), con áreas desnudas de vegetación donde el material parental está expuesto y es evidente la presencia de cárcavas de 1 m o menos en ciertas zonas de los caminos producto de las corrientes de agua. Los caminos tipo vereda presentan una calidad designada como **moderada (4)** con áreas con el suelo mineral somero y expuesto. En partes el material parental (rocas o tepetate) está parcialmente expuesto. Las áreas con escasa vegetación y los caminos tipo brecha se pueden evaluar como de calidad regular/modificada (5), con erosión media. Enseguida la calidad ambiental buena (7) con erosión incipiente con áreas con cobertura vegetal arbustiva, en donde se aprecia muy poca pérdida de suelo por el efecto del agua y el aire, en consecuencia, el suelo mineral no está expuesto. Aunque en ocasiones el suelo mineral está expuesto éste se mantiene en su sitio por el efecto de la vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino. Por último, la mayor calidad ambiental y la que predomina en el SAR, en áreas sin aparente **perturbación (9)** con áreas sin erosión, se trata de la vegetación forestal del bosque de pino-encino suficientemente densa como para evitar algún grado de erosión.



Imagen IV. 62 Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional (componente suelo).

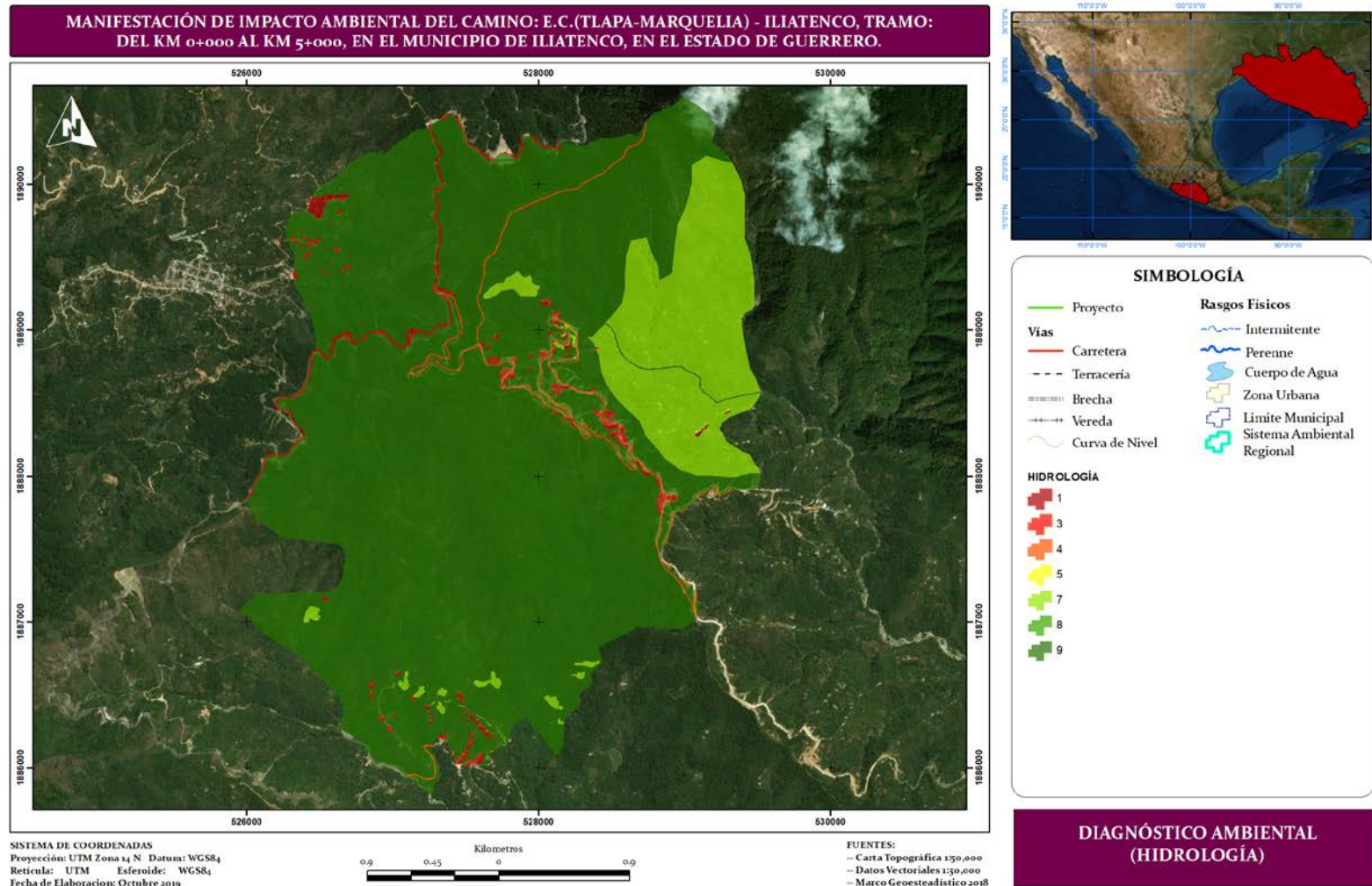


Fuente: SECIRA, 2019

#### IV.3.1.3. HIDROLOGÍA

Como se puede apreciar en la siguiente imagen gran parte de la zona del parteaguas presenta la mayor ponderación (**puntuación=9**) zonas en las que se localiza el bosque de coníferas y las corrientes intermitentes y perennes de agua, con la máxima capacidad de infiltración del SAR (velocidad máxima con que el agua penetra en el suelo). Agua en abundancia para mantener el manto freático al máximo y los ciclos biogeoquímicos. En tanto que, los parches de vegetación secundaria de bosque en la parte alta del extremo oriente del parteaguas presentan una ponderación igual a **7 (buena)** con infiltración buena, cuando algunos poros se encuentran saturados con agua, la capacidad de infiltración mejora; la infiltración se hará en función de la permeabilidad de los estratos inferiores. La retención de agua es buena suficiente para la vegetación y otros procesos. Las menores calidades las presentan los caminos de tipo brecha con 5, las veredas con 4, las carreteras de terracería con 3, mientras la menor calidad ambiental hidrológicamente hablando se tratan de las áreas desprovistas de vegetación, las construcciones y las carreteras pavimentadas con 1, es decir con capacidad de infiltración nula, por falta de suelo; presencia de escurrimientos por estratos endurecidos, compactados o la dominancia de una capa de roca superficial y sin retención de agua.

Imagen IV. 63. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional (componente hidrología).

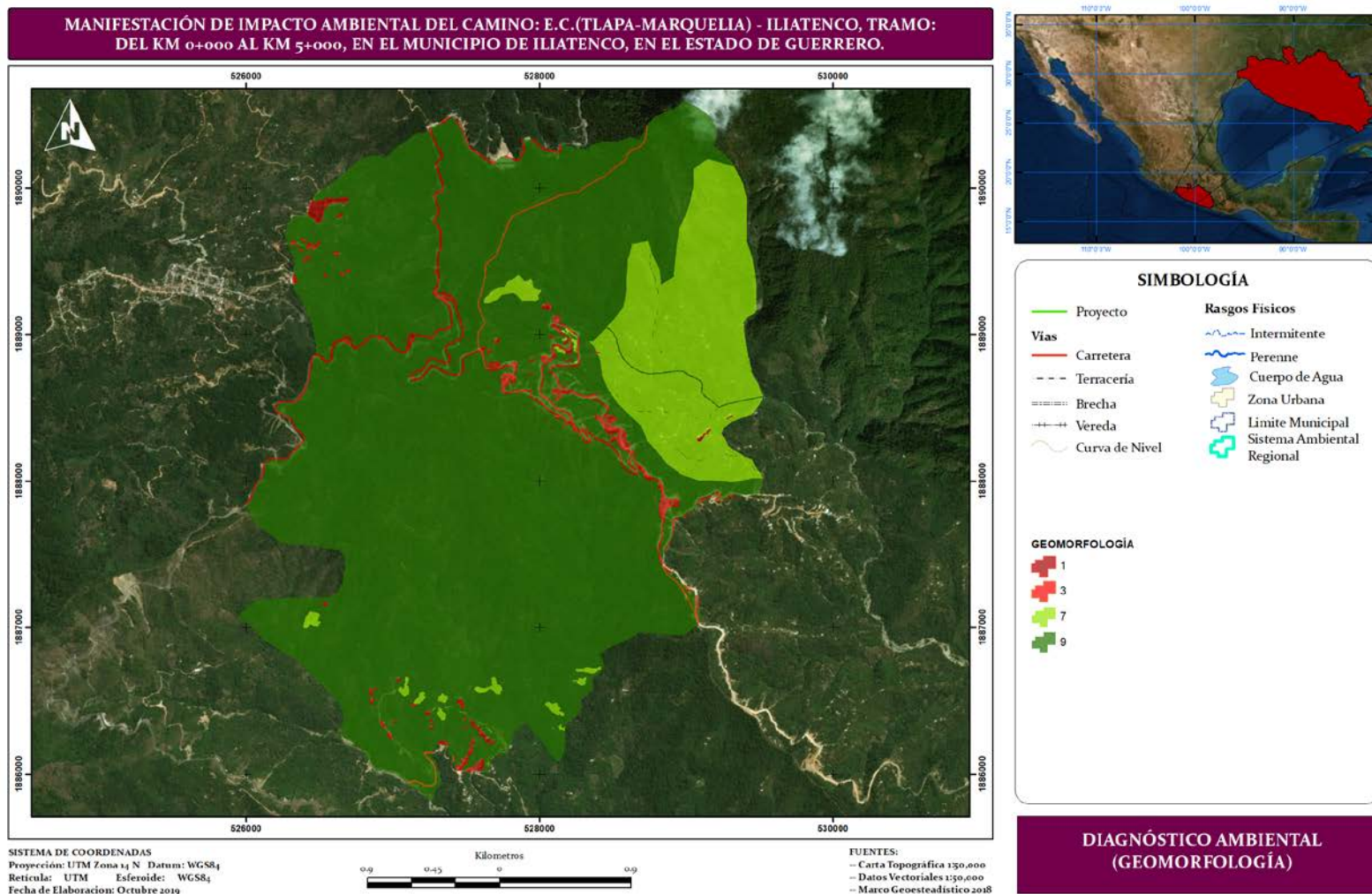


Fuente: SECIRA, 2019

#### IV.3.1.4. GEOMORFOLOGÍA.

Como se describió oportunamente en apartados anteriores, el Municipio cuenta con una topografía bastante accidentada sobre las estribaciones de la Sierra Madre del Sur, estando su suelo recorrido por roca ígnea extrusiva ácida del Terciario; presenta paisajes excepcionales, considerado expresiones del tectonismo regional. El SAR pertenece a la Provincia Fisiográfica Sierra Madre del Sur y a la topoforma designada como lomeríos fuertes y medios. Dadas las condiciones tan homogéneas y uniformes, la mayor parte del SAR presenta una ponderación igual a **9 (sin perturbación)**, y de buena calidad (7). Mientras las de menor calidad geomorfológica se tratan de zonas rurales y vías de comunicación, esto obedece a que se trata de zonas modificadas en lo que respecta a las geoformas. Todo esto se puede observar en el mapa siguiente.

Imagen IV. 64. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional (componente geomorfología).



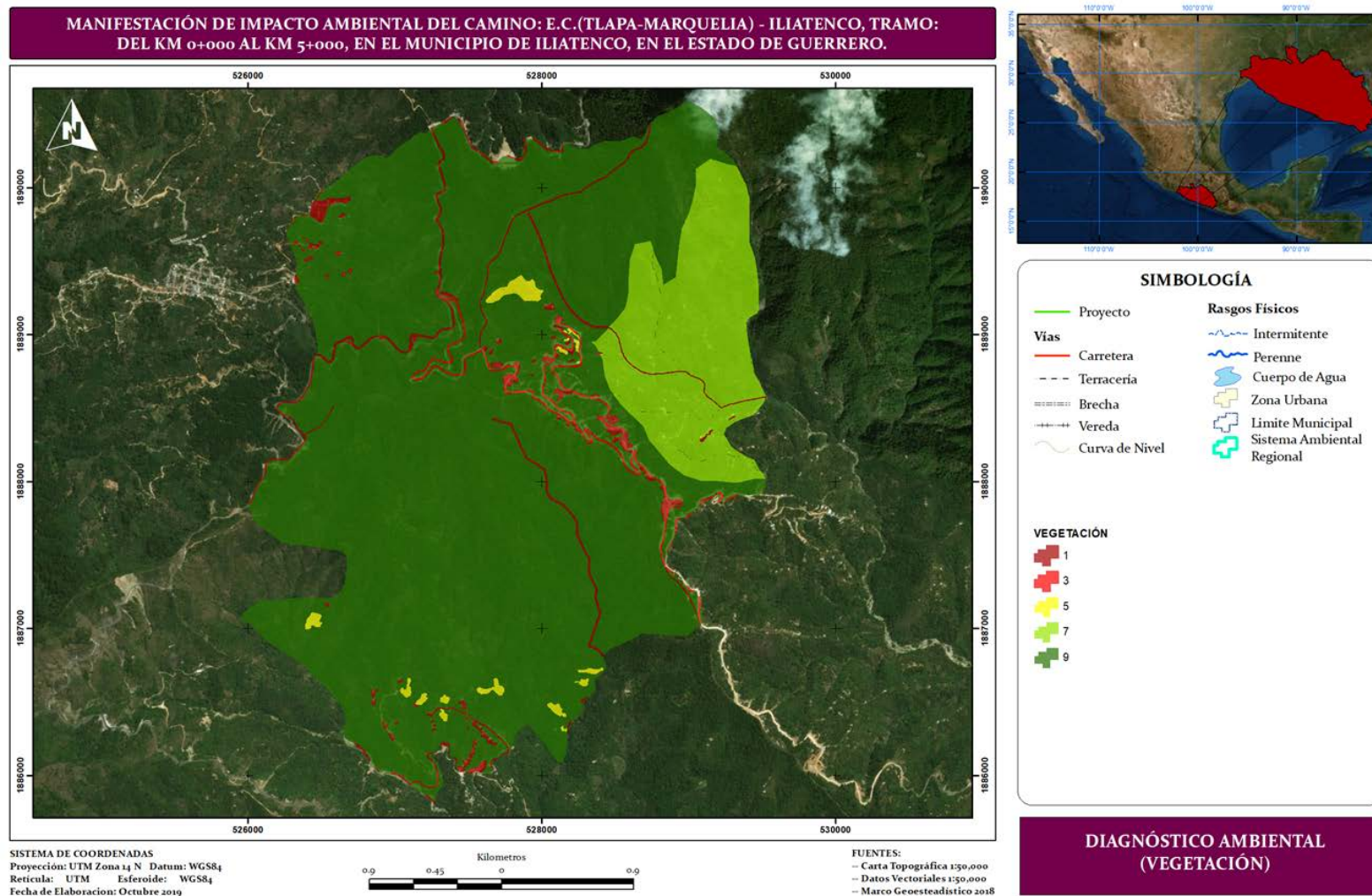
Fuente: SECIRA, 2019

## IV3.2. MEDIO BIÓTICO

### 3.2.1. VEGETACIÓN.

De acuerdo con el apartado de vegetación, se tiene que, dentro de la zona se presenta un mosaico de remanentes de bosque de pino-encino en diferentes estados de sucesión, en su mayoría con vegetación primaria, y únicamente con vegetación secundaria localizada en la parte oriente que han sido transformados en un mosaico de vías de comunicación y zonas rurales que han provocado consigo la pérdida y fragmentación del hábitat natural. De acuerdo con esto, la vegetación con mejor ponderación la presenta la vegetación primaria de bosque (**sin perturbación**) con **9**, lo cual obedece la cubierta forestal y el estado de conservación que se preserva en esta zona. Enseguida se ubican los estratos bajos con vegetación con puntuación equivalente a **7 (buena)** con mayor cobertura vegetal, esto es debido a que la vegetación ha sido eliminada o alterada por diversos factores antropogénicos y/o naturales, lo que ha traído consigo que esta comunidad de selva mediana sea significativamente diferente a la original y con estructura y composición florística heterogénea. Mientras las áreas afectadas presentan una ponderación igual a 5, en las áreas con escasa vegetación de bosque, las carreteras de terracería con **3 (muy mala)** por la escasa vegetación que se localiza por el arrastre de materiales e incluso de residuos por corrientes de agua en tiempos de lluvias y la menor ponderación la presentan las zonas desprovistas de vegetación y las zonas rurales y las carreteras pavimentadas con **1 (degradado)**. Todo verificable en la imagen siguiente

Imagen IV. 65. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional (componente vegetación).



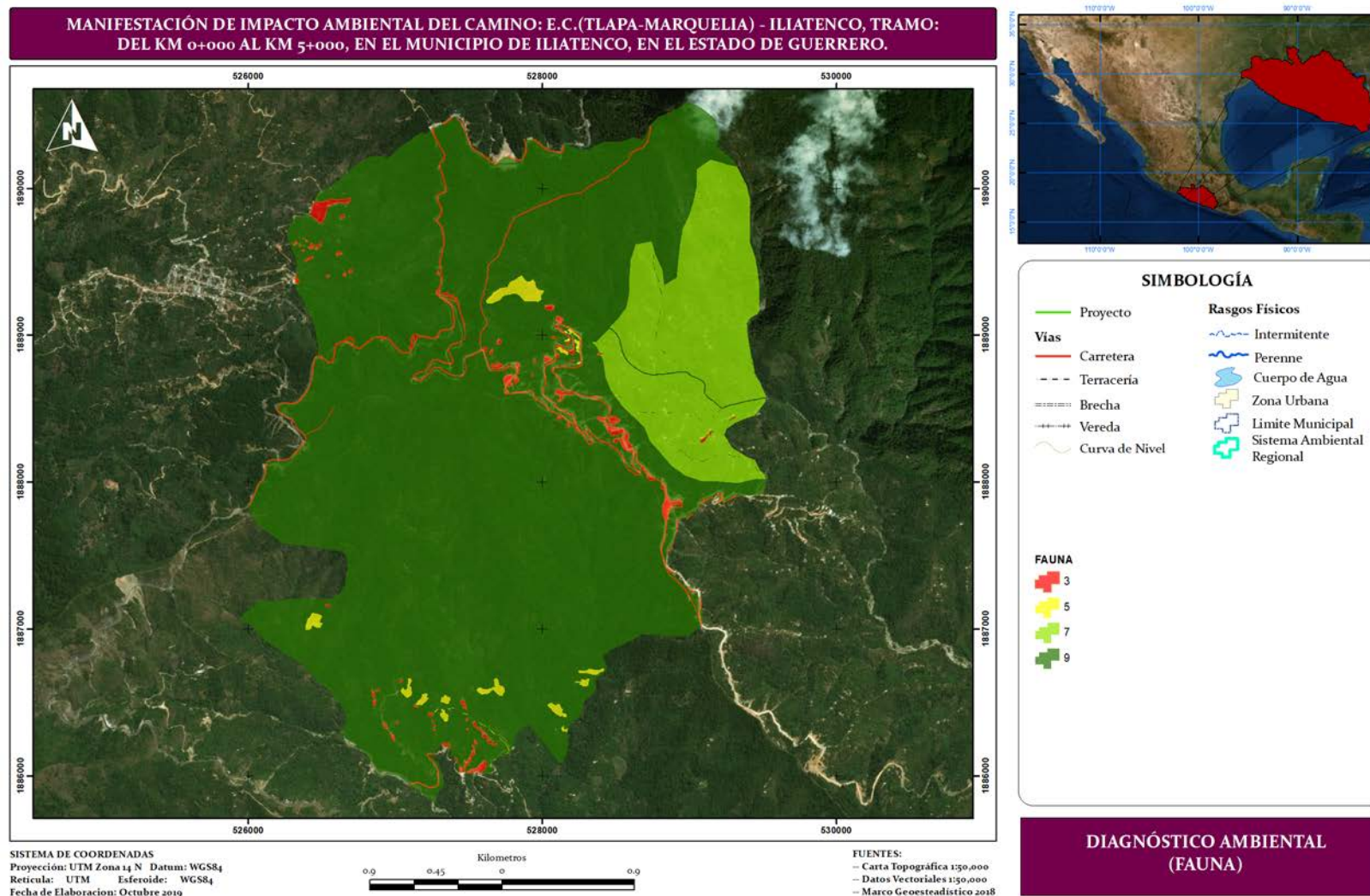
Fuente: SECIRA, 2019

#### IV.3.2.2. FAUNA.

Para el caso del factor fauna se tiene que la mayor representación la tienen las zonas catalogadas como **muy buenas (puntuación=9)**. Específicamente las áreas de buena calidad corresponden con los fragmentos prevalecientes de bosque de pino-encino, lo cual obedece a que, estas zonas son más propicias de tener recursos como el agua, alimento, áreas de reproducción o refugio, amén de que dentro de este hábitat central se pueden encontrar más especies clave. En tanto que las pequeñas superficies de vegetación en estado secundaria y los manchones dispersos de vegetación, en la que los recursos disponibles son más limitados, presentan la calificación de **buena (puntuación=7)**, ya que en estas zonas se presentan especies de borde, de menor importancia que las especies clave, amén de los recursos más limitados por la reducida vegetación. En tanto que, las áreas con escasa vegetación, las zonas rurales y todas las vías de comunicación presentan la menor ponderación de **3 (mala)**, en la que la fauna difícilmente puede habitar, amén de que en las vías de comunicación (brechas, veredas, carreteras pavimentadas y de terracería) se puede presentar muerte de animales a causa de la mortalidad vial (en parte debido a la atracción de animales por los caminos por el "efecto trampa"), niveles más altos de perturbación y estrés, junto con la pérdida de refugios, con reducción o pérdida de hábitat, por mencionar algunas consecuencias de la existencia de este tipo de vías de comunicación y sus efectos directos sobre la fauna del lugar



Imagen IV. 66. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional (componente fauna).

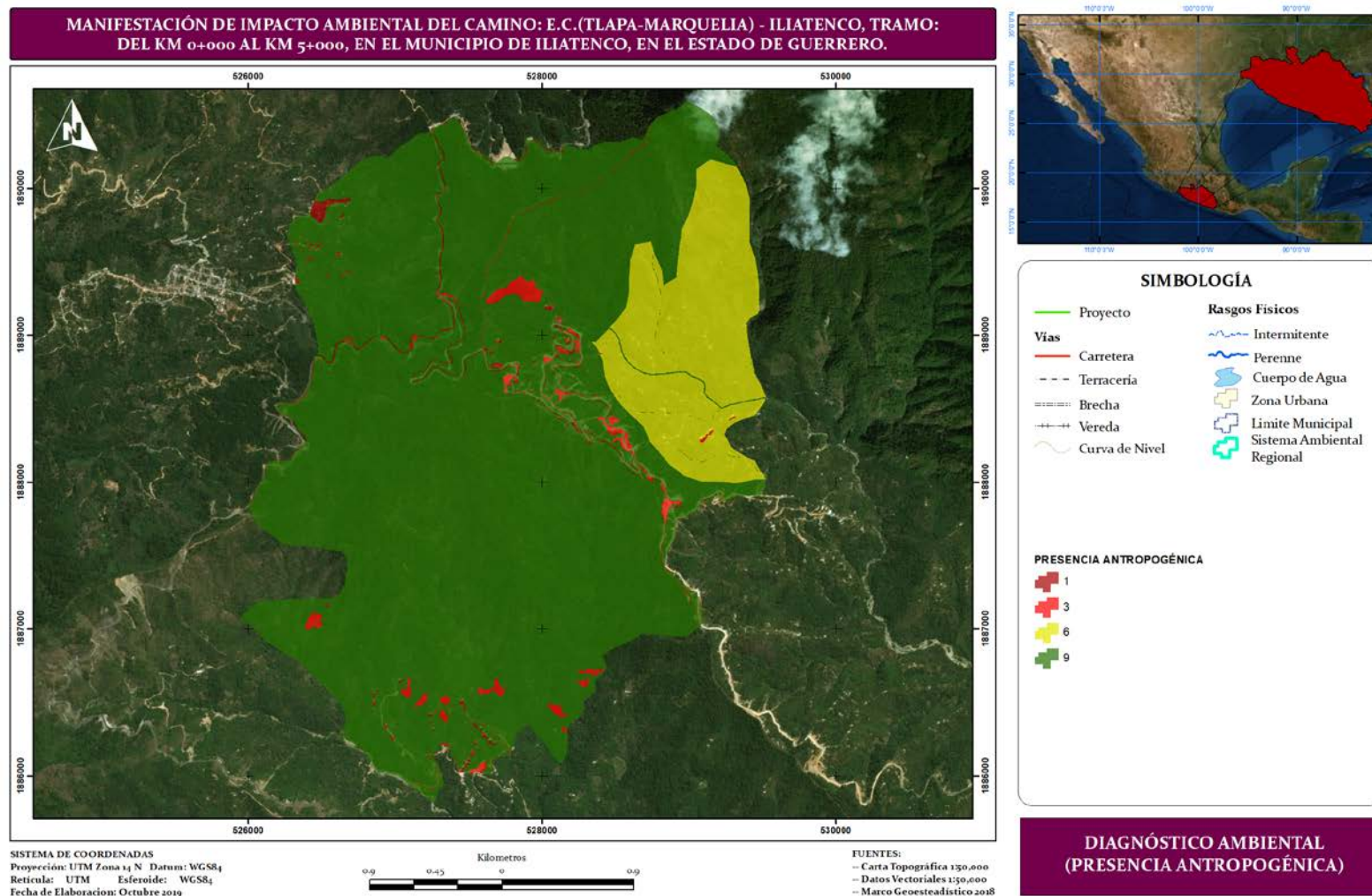


Fuente: SECIRA, 2019

#### IV.3.2.3. PRESENCIA ANTRÓPICA.

En la siguiente imagen se puede descubrir que la mayor superficie del Sistema Ambiental tiene una excelente calidad ambiental asociado a la escasa presencia antropogénica, con únicamente caminos tipo brecha y vereda, carreteras de terracería y pavimentadas y con presencia antrópica dispersa, estas zonas coinciden con las zonas de construcciones semirurales. Mientras que las zonas prácticamente sin presencia antropogénica y sin la existencia de caminos se tratan de toda la vegetación de bosque.

Imagen IV. 67. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional (componente presencia antrópica).



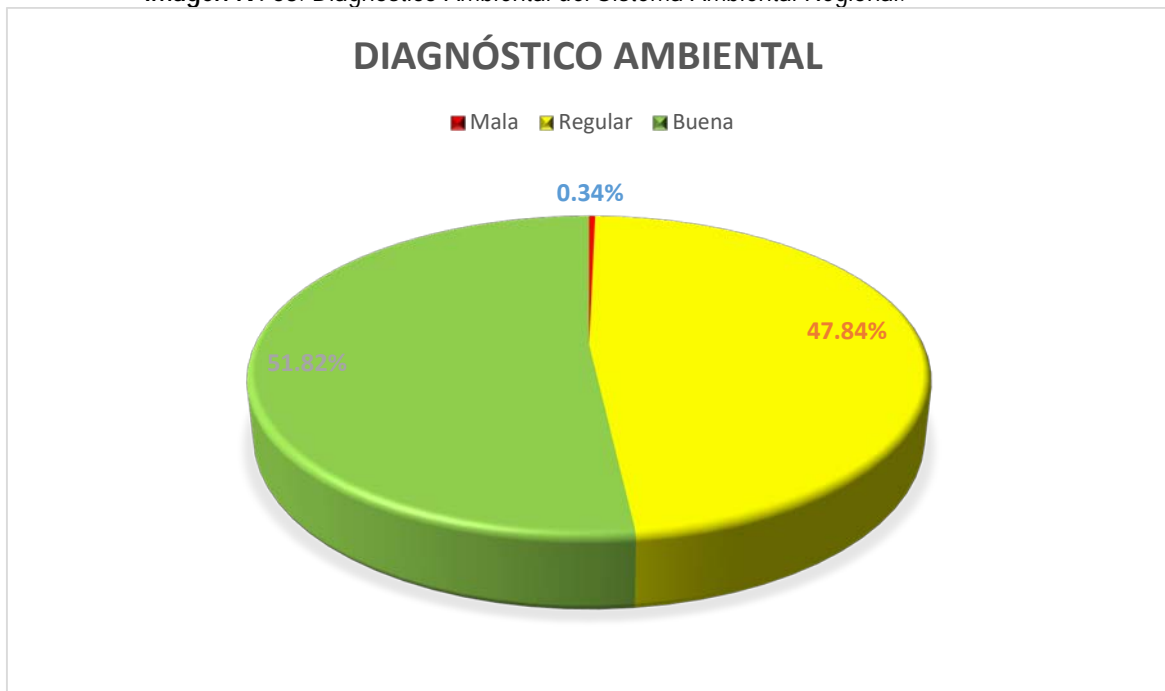
Fuente: SECIRA, 2019

Tabla IV. 63. Diagnóstico ambiental del Sistema Ambiental Regional.

RANGO	DIAGNÓSTICO AMBIENTAL	ÁREA (HAS)	PORCENTAJE (%)
07-17	Muy mala	12.51	1.09%
18-29	Mala	4.65	0.40%
30-41	Regular	9.14	0.79%
42-53	Buena	152.46	13.25%
54-63	Excelente	972.29	84.47%
TOTAL		1151.04	100.00%

Fuente: SECIRA, 2019.

Imagen IV. 68. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional.

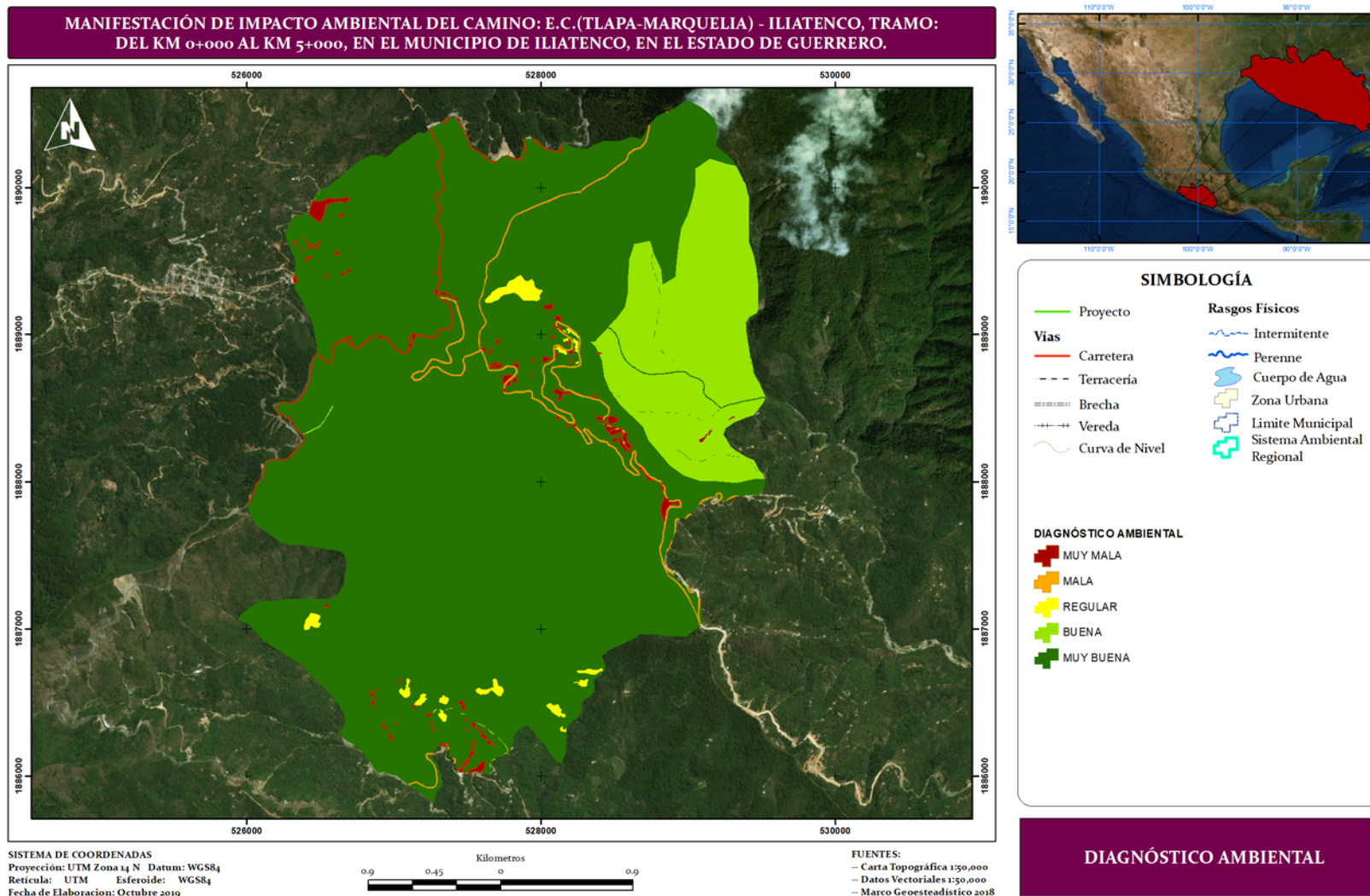


Fuente: SECIRA, 2019.

La tabla y la imagen anterior señalan que dentro del Sistema Ambiental Regional predominan condiciones de calidad ambiental designada como **excelente**, esto es, con el **84.57%**, que es equivalente a 972.29 hectáreas, dichas zonas son congruentes con la vegetación del bosque de pino-encino y los cauces perennes como el Río Alchipahuac, El Rincón y el Arroyo Grande, aunado a las corrientes intermitentes de la zona. en orden de importancia le sigue la calidad ambiental designada como **buena** con el **13.25%** lo que es equivalente a 152.46 hectáreas, toda esta zona se encuentra en el lado oriente y coincide con la vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino, a continuación se presenta la calidad ambiental designada como **muy mala** con el **1.09%** que corresponden con 12.52 hectáreas, las cuales son coincidentes con las áreas desprovistas de vegetación, incluidas las construcciones de las zonas rurales de los municipios y las carreteras pavimentadas. A continuación, se ubican las áreas con escasa vegetación y los caminos de tipo brecha que cubren un 0.79% del SAR. Finalmente, la calidad ambiental designada como mala abarca un 0.40%, que son equivalentes con 4.64 hectáreas que coinciden con los caminos tipo vereda y las carreteras de terracería. Sobre esta calidad ambiental se asienta el trazo del proyecto pretendido, amén de la calidad excelente.

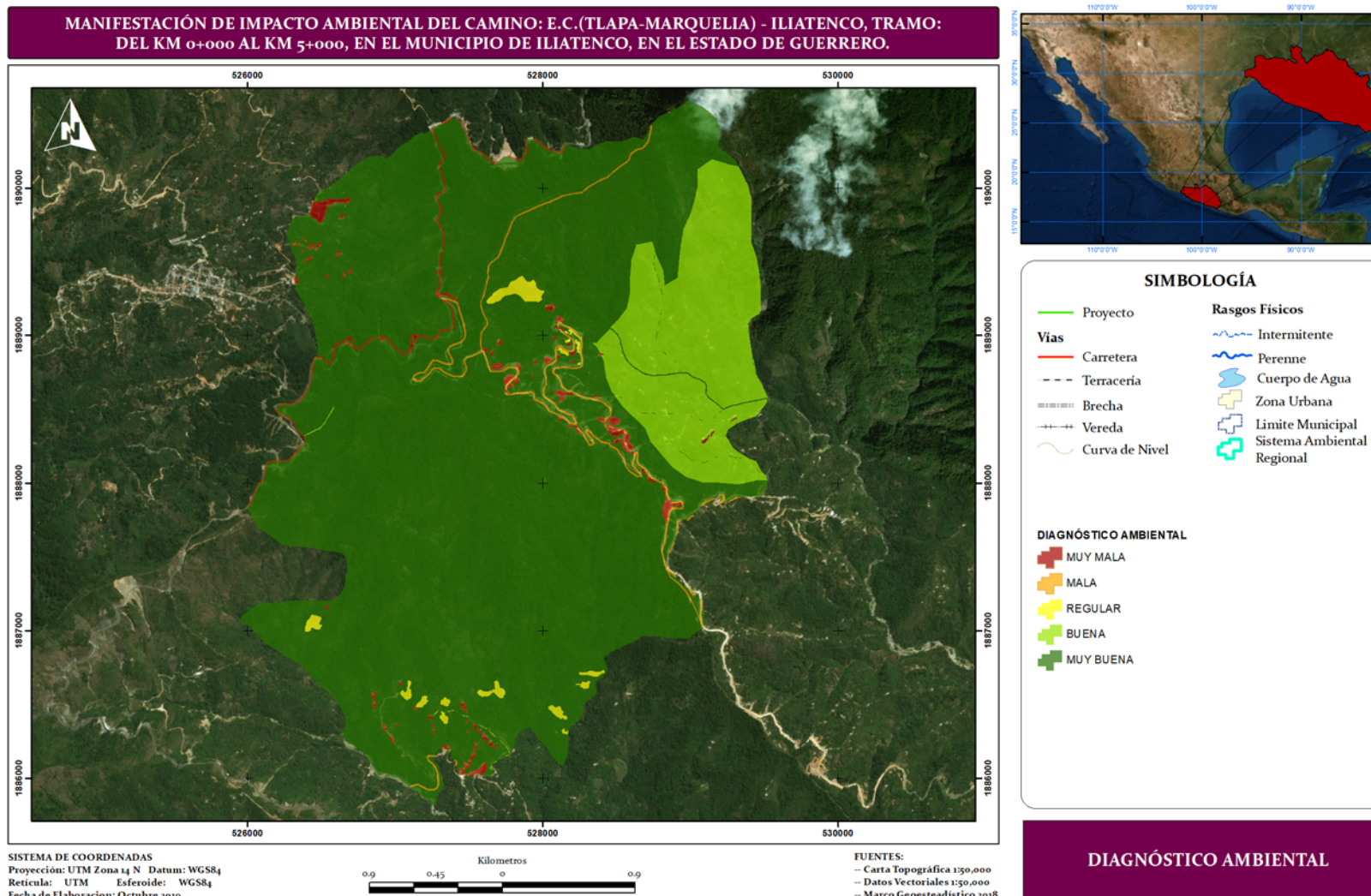
En conclusión, se puede apreciar claramente que el SAR es coincidente con el estado que guarda la entidad de Guerrero, que es la cuarta entidad con mayor diversidad biológica en México, pero que ha perdido alrededor del 32% de su hábitat natural y, menos del 30% de los hábitats naturales actuales se pueden definir como vegetación primaria, como en el caso de la presente zona de estudio que se trata de vegetación primaria de bosque de pino-encino. Sin embargo, en el SAR se puede apreciar cierta tendencia al cambio de uso de suelo, como es el caso de lo que sucede en Guerrero en el que se pierde entre el 0.5 y 0.7% de la cobertura de bosques y 2.4 y 2.7% de selvas tropicales, además de encontrarse entre los estados con mayor fragmentación de bosques y selvas en México (22-24%), con una tasa anual entre 23.7 y 36.3% de sobrepastoreo. La situación de marginación social y pobreza del municipio de Olinalá se ha traducido en fuertes presiones socioeconómicas para cambiar el uso de suelo de áreas con vegetación natural remanente a sistemas agropecuarios. Es decir la situación general del Sistema Ambiental Regional se puede evaluar como excelente con tendencia hacia la degradación en su mayoría en la zona central, la cual es fuertemente congruente con la mala situación del Estado de Guerrero y de los municipios involucrados con cambio de uso de suelo, pérdida de hábitats naturales, fragmentación de bosques y selvas, además del sobrepastoreo.

Imagen IV. 69. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental del Trazo del Proyecto.



Fuente: SECIRA, 2019.

Imagen IV. 70. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental del Trazo del Proyecto con transparencia al 40%.



Fuente: SECIRA, 2019

### ÍNDICE DE CAPITULO.

<b>V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.</b>	<b>3</b>
<b>V.1. Identificación de impactos.</b>	<b>3</b>
V.1.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales.	12
<b>V.2. Características de los impactos.</b>	<b>17</b>
V.2.1. Indicadores de impacto.	42
<b>V.3. Valoración de los Impactos.</b>	<b>44</b>
<b>V.4. Impactos Residuales.</b>	<b>67</b>
<b>V.5. Impactos Acumulativos.</b>	<b>67</b>
<b>V.6. Conclusiones.</b>	<b>68</b>

### ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla V. 1. Lista indicativa de indicadores de impacto.....	4
Tabla V. 2. Atributos del suelo y nivel de susceptibilidad en el Sistema Ambiental del proyecto.....	5
Tabla V. 3. Indicadores de sensibilidad del suelo en el Sistema Ambiental.....	5
Tabla V. 4. Sensibilidad Geológica del área del Sistema Ambiental.....	5
Tabla V. 5. Sensibilidad Geomorfológica del Sistema Ambiental.....	6
Tabla V. 6. Indicadores de Sensibilidad de la vegetación del Sistema Ambiental Regional del Proyecto.....	7
Tabla V. 7. Listado de cotejo durante la etapa de preparación del sitio del proyecto.....	9
Tabla V. 8. Listado de cotejo durante la etapa de construcción del proyecto.....	10
Tabla V. 9. Listado de cotejo durante la etapa de operación y mantenimiento del proyecto.....	11
Tabla V. 10. Listados de Actividades del proyecto.....	17
Tabla V. 11. Lista indicativa de indicadores de impacto.....	18
Tabla V. 12. Componentes y factores del entorno.....	22
Tabla V. 13. Factores susceptibles de afectación y su instrumento legal de regulación del proyecto.....	22
Tabla V. 14. Posibles Interacciones entre las Actividades y Atributos Ambientales del proyecto.....	24
Tabla V. 15. Categorías de los impactos identificados en la matriz de ponderación.....	24
Tabla V. 16. Distribución de los Impactos por etapa.....	25
Tabla V. 17. Matriz ponderada de impactos ambientales.....	26
Tabla V. 18. Uso de Suelo y Vegetación Presentes en el Sistema Ambiental Regional (INEGI, 2015).....	27
Tabla V. 19. Cálculo de las medidas de fragmentación del hábitat antes del proyecto.....	33
Tabla V. 20. Cálculo de las medidas de fragmentación del paisaje una vez ingresado el trazo del proyecto..	38
Tabla V. 21. Comparación de las medidas de fragmentación antes del proyecto y a su ingreso.....	40
Tabla V. 22. Índices Cuantitativos para el seguimiento de los impactos ambientales.....	42
Tabla V. 23. Identificación y descripción de los elementos ambientales que pueden resultar afectados por el proyecto.....	43
Tabla V. 24. Cuantificación y seguimiento de los indicadores de Impacto ambiental.....	44
Tabla V. 25. Lista indicativa de criterios utilizados.....	44
Tabla V. 26. Síntesis de los criterios para la ponderación de los impactos ambientales.....	46
Tabla V. 27. Evaluación de los impactos ambientales.....	46
Tabla V. 28. Matriz de Identificación de Impactos Ambientales.....	52
Tabla V. 29. Impactos significativos derivados del proyecto.....	53
Tabla V. 30. Índice de Impactabilidad.....	53
Tabla V. 31. Listado de actividades de acuerdo a su índice de impactabilidad.....	54
Tabla V. 32. Impactos ambientales Positivos.....	54
Tabla V. 33. Impactos ambientales Positivos.....	54
Tabla V. 34. Atributos ambientales con Impactos ambientales Positivos.....	55
Tabla V. 35. Impactos ambientales Negativos.....	55
Tabla V. 36. Distribución de los impactos porcentuales por etapa.....	56
Tabla V. 37. Intervalos de los Impactos Negativos generados por las actividades del proyecto.....	57



Tabla V. 38. Impactos ambientales negativos relevantes del proyecto.....	57
Tabla V. 39. Impactos ambientales relevantes positivos.....	58
Tabla V. 40. Uso de Suelo y Vegetación Presentes en el Sistema Ambiental Regional (INEGI, 2015). .....	61
Tabla V. 41. Unidades del paisaje presentes en el SAR. ....	61
Tabla V. 42. Análisis regional a escala 1:7,500.....	62
Tabla V. 43. Afectación Total a las unidades de paisaje. ....	64
Tabla V. 44. Ponderación regional a escala 1:7,500 una vez ingresado el proyecto. ....	64
Tabla V. 45. Diferencia de coeficientes de impacto (pérdida de superficie equivalente.....	65
Tabla V. 46. Impactos identificados como acumulativos.....	68

#### ÍNDICE DE GRÁFICAS.

Gráfica V. 1. Distribución de los Impactos por etapa. ....	25
Gráfica V. 2. Atributos ambientales con Impactos ambientales Positivos.....	55
Gráfica V. 3. Impactos Ambientales Negativos.....	56
Gráfica V. 4. Actividades que alcanzan a producir el 82.2% de Impactos significativos negativos del proyecto. .....	58
Gráfica V. 5. Actividades que producen Impactos significativos positivos.....	59

#### ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS.

Fotografía V. 1. Fotografías aéreas del proyecto. Fotografía.....	30
Fotografía V. 2. Modernización de camino parte oriente montada sobre fotografía aérea.....	41
Fotografía V. 3. Fragmento con mayor superficie y por consiguiente mayor conectividad.....	41

#### ÍNDICE DE IMÁGENES.

Imagen V. 1. Paisaje existente sin usos de suelo y vegetación antes del ingreso del trazo del proyecto.....	28
Imagen V. 2. Paisaje existente con usos de suelo y vegetación antes del ingreso del proyecto. ....	28
Imagen V. 3. Fragmentos de hábitat prevalecientes en que el encuentro entre dos animales de la misma especie pueda ocurrir. ....	29
Imagen V. 4. Fragmentación existente en el Sistema Ambiental Regional antes del proyecto.....	31
Imagen V. 5. Conectividad existente en el Sistema Ambiental Regional antes del proyecto.....	34
Imagen V. 6. Fragmento con el mayor valor de tamaño efectivo de la malla ( <i>mesh</i> ) antes de ingresar el proyecto.....	34
Imagen V. 7. Paisaje existente sin usos de suelo y vegetación una vez ingresado el trazo del proyecto.....	35
Imagen V. 8. Paisaje existente con usos de suelo y vegetación una vez ingresado el trazo del proyecto. ....	36
Imagen V. 9. Hábitat prevaleciente con el trazo del proyecto. ....	36
Imagen V. 10. Fragmentación obtenida una vez ingresado el proyecto.....	37
Imagen V. 11. Conectividad obtenida una vez ingresado el proyecto.....	39
Imagen V. 12. Fragmento con mayor valor de tamaño efectivo de la malla una vez ingresado el proyecto....	39
Imagen V. 13. Condición actual del Sistema Ambiental Regional con unidades de paisaje y sin proyecto con imagen en Google Maps.....	63
Imagen V. 14. Imagen satelital de la condición actual del Sistema Ambiental Regional con unidades de paisaje y sin proyecto. ....	63
Imagen V. 15. Imagen satelital de la Modernización de camino. ....	65
Imagen V. 16. Imagen de Google Maps con afectación del proyecto a las unidades de paisaje del Sistema Ambiental Regional.....	66
Imagen V.17. Imagen satelital con la afectación a unidades de paisaje del Sistema Ambiental Regional. ....	66
Imagen V. 18. Impactos acumulativos de proyectos de desarrollo. ....	67

## V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.

Con la información de los capítulos anteriores, que fundamentan el desarrollo del presente capítulo, se identificarán, describirán y evaluarán los impactos ambientales generados dentro del Sistema Ambiental Regional, por el proyecto en cada una de sus etapas, así como en el área específica de actividades. Para llevar a cabo la identificación y evaluación de los impactos se consideraron los criterios empleados para la definición del Sistema Ambiental, el análisis de la información obtenida sobre regulaciones, ordenamientos de uso del suelo, además de la caracterización y diagnóstico ambiental.

### V.1. Identificación de impactos.

La evaluación de los impactos ambientales depende de una adecuada identificación de los cambios potenciales al ambiente, por lo que es necesario conocer los objetivos, así como las obras y actividades que se realizarán en las diferentes etapas del proyecto. Esta identificación representa una actividad crítica en el Proceso de Evaluación del Impacto Ambiental (PEIA), ya que es necesario definir las actividades que causan impactos con el fin de describir adecuadamente los factores/componentes y atributos ambientales afectados, asimismo considerar el tiempo, magnitud e importancia, evitando con ello cualquier daño permanente al ambiente o el posible incremento de los procesos ambientales negativos y degenerativos, y con ello diseñar las medidas de mitigación o atenuación correspondientes a cada impacto significativo. Derivado de lo anterior en este Capítulo se describirán y evaluarán los impactos ambientales generados por el desarrollo del proyecto, incluyendo los impactos acumulativos y sinérgicos potenciales y generados por el proyecto, para este objetivo será incorporada la información referente a los componentes ambientales del Sistema Ambiental delimitado en el Capítulo IV del presente trabajo. La componente espacial del área del proyecto y su integración en el Sistema Ambiental se considera como el 100% del espacio territorial que posee la expresión ecosistémica y socioeconómica, que presenta cada lugar para el desarrollo de las diferentes actividades del proyecto y es capaz de identificar su poder de resiliencia al aprovechamiento de recursos naturales, localización de infraestructura, equipamientos, diversos asentamientos humanos, etc. Su análisis y evaluación del impacto ambiental, encierra una gran complejidad que plantea la necesidad de identificar integralmente los factores ambientales, atributos e indicadores susceptibles de alteración. Para identificar los posibles impactos ambientales en la integración de la modernización de camino, es necesario establecer indicadores que señalen su efecto y tendencia. El número de indicadores ambientales es variable, por lo que están acotados a la cantidad de actividades que se realicen en el proyecto, y las unidades de ponderación expresan valores combinados o información modificada, de modo que se tiene una evaluación multivectorial y multifactorial. Los indicadores propuestos se utilizarán para determinar el efecto de las actividades del proyecto que provocarán sobre los atributos del ambiente y son definidos como “la expresión medible de un impacto ambiental” con y sin proyecto, por lo que son variables simples que representan una alteración sobre un factor ambiental, así un indicador es capaz de caracterizar numéricamente, en un momento dado, el estado del factor que se pretende valorar. De esta forma, los indicadores cumplen con los siguientes requisitos:

- **Representatividad:** Se refiere al grado de información que posee un indicador respecto al impacto integral y 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.

### LISTA INDICATIVA 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 que se refiere a las actividades que se requieren para su desarrollo. Antes de identificar los efectos al ambiente ocasionados por las actividades del proyecto, es necesario identificar los elementos naturales y sociales del SAR que serán afectados, los cuales están basados en un inventario de factores ambientales, descritos más adelante. A continuación, se presentan los principales factores ambientales y socioeconómicos sobre los que recaerán los impactos positivos y negativos con algún indicio de un potencial desequilibrio ecológico o sobre el factor socioeconómico durante el desarrollo del proyecto.

**Tabla V. 1.** Lista indicativa de indicadores de impacto.

MEDIO	ELEMENTO AMBIENTAL	COMPONENTE	ATRIBUTO	
MEDIO NATURAL	ABIÓTICO	Geología	1. Material Geológico. 2. Estabilidad. 3. Relieve.	
		Geomorfología	4. Denudación. 5. Movimientos de material.	
		Suelo	6. Erodabilidad del suelo. 7. Contaminación.	
		Hidrología superficial	8. Calidad de la Hidrología superficial.	
		Aire	9. Polvos. 10. Gases. 11. Ruido.	
	BIÓTICO	Vegetación	12. Comunidades vegetales. 13. Fragmentación del Hábitat.	
		Fauna	14. Comunidades faunísticas. 15. Hábitat.	
		Paisaje	16. Estética.	
	SOCIOECONÓMICO	SOCIAL	Uso del suelo	17. Uso potencial del suelo. 18. Uso actual del suelo.
			Salud y seguridad social	19. Riesgo de accidentes. 20. Calidad de vida.
		ECONÓMICO	Directo	21. Generación de empleo. 22. Consumo de bienes y servicios locales.
23. Recaudación fiscal				
Indirecto			24. Desarrollo urbano.	

Fuente: SECIRA, 2019.

El escenario ambiental del Proyecto se realizó a partir de la recopilación y análisis de información ambiental en la zona considerando principalmente los elementos bióticos y abióticos con características homogéneas y que pudieran llegar a tener relación con el proyecto, los cuales sirvieron como indicadores ambientales o criterios para la delimitación del Sistema Ambiental Regional. A partir de la consideración de la geomorfología, los suelos, hidrología y los elementos bióticos como la vegetación y fauna, se obtuvieron zonas de sensibilidad y elementos relacionados. De acuerdo con la investigación realizada, tanto bibliográfica como de trabajo de campo, en el Sistema Ambiental se pueden ubicar las siguientes:

**EDAFOLOGÍA.** Dentro del Sistema Ambiental se presentan las siguientes unidades de suelo, de acuerdo con la clasificación WRB-SR-FAO, 2006.

**Tabla V. 2.** Atributos del suelo y nivel de susceptibilidad en el Sistema Ambiental del proyecto.

UNIDAD DE SUELO (WRB-SR-FAO, 2006)	ESTABILIDAD DE AGREGADOS			CONSISTENCIA			PROFUNDIDAD EFECTIVA			TEXTURA		
	Alta	Media	Baja	Masiva	Friable	Firme	Menor 50 cm	100 cm	Más de 150 cm	Fina	Media	Gruesa
Regosoles eútricos			X		X		X				X	

UNIDAD DE SUELO (WRB-SR-FAO, 2006)	PERMEABILIDAD É INFILTRACIÓN			DRENAJE			PH		
	Alta	Media	Baja	Excesivo	Media	Deficiente	Ácido	Neutro	Base
Regosoles eútricos		X			X			X	

Fuente: SECIRA, 2019.

Dentro de la sensibilidad del elemento suelo, se tienen a los suelos Regosoles:

- Los Regosoles son suelos muy jóvenes que se desarrollan sobre material no consolidado, de colores claros y pobres en materia orgánica. Se encuentran en todos los climas, con excepción de zonas de permafrost, y en todas las elevaciones, y son particularmente comunes en las regiones áridas, semiáridas (incluyendo los trópicos secos) y montañosas. Muchas veces se asocian con los Leptosoles y con afloramientos de roca caliza.

**Tabla V. 3.** Indicadores de sensibilidad del suelo en el Sistema Ambiental.

UNIDAD DE SUELO (WRB-FAO, 2006)	Erosionabilidad	Riesgos de inundación	Contaminación profunda	Sensibilidad Total
Regosoles eútricos	2	0	0	2

Fuente: SECIRA, 2019.

En el Sistema Ambiental los Regosoles son los que tienen mayor representación sobre bosque de pino-encino en distintos estados de sucesión, con vegetación de un estrato más bajo, entremezclada en forma de manchones reducidos de especies arbustivas.

**GEOLOGÍA.** La litología del Sistema Ambiental está constituida por granitos terciarios del Cenozoico de la Sierra Madre del Sur, el granito es una roca ígnea ácida de grano grueso, compuesto principalmente por cuarzo, feldspatos y algo de mica con algunos otros componentes secundarios. El granito se forma por la cristalización lenta del magma, debajo de las cadenas montañosas que se encuentran en proceso de elevación, ocasionado por los intensos movimientos de la corteza terrestre. Las grandes masas graníticas se llaman Batolitos. Las inclusiones menores forman diques, generalmente, de textura fina. La Pelmatita es de composición similar al granito pero posee cristales mucho más gruesos. El granito es muy importante como roca estructuralmente sana, dura y relativamente resistente a la descomposición.

**Tabla V. 4.** Sensibilidad Geológica del área del Sistema Ambiental.

Litología	Estabilidad Geológica		Intemperismo		Estabilidad Tectónica		Sensibilidad Total
	Deslizamientos	Derrumbes	Antropológico	Natural	Fallas	Fracturas	
Granito	1	1	2	0	0	0	4

Fuente: SECIRA, 2019.

**GEOMORFOLOGÍA.** Esta región presenta una topografía bastante accidentada sobre las estribaciones de la Sierra Madre del Sur, estando su relieve recorrido por granitos de diferente estado de intemperismo; presenta paisajes maravillosos, y es considerado una de las expresiones conspicuas de la Sierra Madre del Sur de origen ígneo, el proyecto se desarrolla en la parte alta de la serranía y recorre gran parte del partaguas de estas dos cuencas específicas.

**Tabla V. 5.** Sensibilidad Geomorfológica del Sistema Ambiental.

GEOFORMA	Procesos Geomorfológicos		
	Denudación	Acumulación	Derrumbes
Lomeríos fuertes	2	0	2

GEOFORMA	Intemperismo		Erosión		Sensibilidad Total
	Antropológico	Natural	Antropológica	Natural	
Lomeríos fuertes	2	1	2	1	10

Fuente: SECIRA, 2019.

**HIDROLOGÍA.** El SAR pertenece a la Región Hidrológica Número 20 Costa Chica de Guerrero, la cual se encuentra localizada en el sureste de la República Mexicana, en la región de la Costa del Estado de Guerrero y parte del Estado de Oaxaca. Esta Región Hidrológica tiene la forma de un pentágono irregular, alargado en el sentido Este-Oeste y se encuentra delimitada al Norte por las regiones hidrológicas número 18 Balsas y 28 Papaloapan, al Sur por el Océano Pacífico y por la Región Hidrológica Número 21 Costa de Oaxaca, al Este por la Subregión Hidrológica Río Tehuantepec y al Oeste por la Región Hidrológica Número 19 Costa Grande de Guerrero. La Región Hidrológica se localiza entre las coordenadas geográficas 15°58'49" y 17°37'22" de Latitud Norte y entre 96°16'36" y 100°04'48.05" de Longitud Oeste. A su vez el Sistema Ambiental Regional pertenece a tres cuencas hidrológicas. Esto es, al noroeste se encuentra la cuenca del Río Papagayo, esta cuenca cubre un 50.09% del SAR que es equivalente a 576.52 hectáreas. Esta cuenca es de tipo exorreica con altitudes máximas en los 3,330 msnm que drena una superficie total 1,543.81 km<sup>2</sup>, tratándose de una cuenca abierta con perímetro igual a 222.08 km. Al noreste se encuentra la cuenca Río Quetzala que abarca un 29.71% del SAR correspondientes con 342.02 hectáreas. Esta cuenca drena una superficie total de 2,047 km<sup>2</sup>, con un perímetro de 261.76 km, esta cuenca es exorreica con altitud máxima de 3,000 msnm, presenta un tipo de drenaje angulado y abierto. Finalmente, al sur del Sistema Ambiental se localiza la cuenca hidrológica del Río Marquelia la cual tiene mayor representatividad en el SAR. Para esta cuenca, se tiene que, presenta una altitud máxima de 2,000 msnm finalizando su drenaje en el mar, cuenta con una superficie total de drenaje de 1,336 km<sup>2</sup>, y un perímetro de 220.81 km. La siguiente tabla señala las principales características de las cuencas y su representatividad en el SAR.

**VEGETACIÓN.** La comunidad vegetal en el Sistema Ambiental Regional ha sido modificada grandes cambios en gran medida, toda vez que existe un incremento en la demanda por la apertura de terrenos agrícolas, la cual se ha desarrollado en suelos de color negro, café grisáceo o café rojizo y amarillo bosque, los cuales son aptos para la agricultura. Aunado a ello, la infraestructura y equipamiento de la vía de comunicación ha generado un impacto negativo sobre los recursos naturales, disminuyendo la cobertura vegetal y provocando erosión moderada y que de manera secundaria genera, involuntariamente, procesos de contaminación de corrientes superficiales. El crecimiento demográfico también ha provocado asentamientos humanos irregulares en el Municipio. Cabe señalar que, en el Sistema Ambiental Regional, predomina la Vegetación de Bosque de Pino Encino, la zona de influencia del proyecto no afectará la zona de vegetación considerablemente, ya que su diseño será sobre el camino de terracería existente y que ha sido resultado de las modificaciones el ecosistema, toda vez que evitará el desmonte innecesario del mismo, aunado a la poca superficie a afectar, la cual no representa un gran volumen referente a la superficie total del Sistema Ambiental Regional. En este sentido, la sensibilidad de la vegetación es

media debido a que existen vegetación abierta de Vegetación secundaria arbustiva de Bosque de Pino-Encino donde se pueden encontrar especies características de sitios, como *Arbutus xalapensis*, lo que establece que ya existen impactos significativos previos a la instalación del proyecto, pero conforme se avance el proyecto, habrá beneficio por la ejecución de diferentes programas que se propondrán por su inclusión, como el Programa de reforestación. A continuación, se presenta el indicador de sensibilidad para la vegetación.

**Tabla V. 6.** Indicadores de Sensibilidad de la vegetación del Sistema Ambiental Regional del Proyecto.

SENSIBILIDAD (FRAGILIDAD)	TIPO DE VEGETACIÓN Y USO DEL SUELO EN EL SAR	DEFINICIÓN
Baja	Bosque de Pino-Encino	Esta comunidad vegetal está conformada por comunidades forestales de las partes altas de los sistemas montañosos del país, la cual está compartida por las diferentes especies de pino y encino. Se desarrollan en climas templados, semifríos, semicálidos y cálidos húmedos y subhúmedos con lluvias en verano, con temperaturas que oscilan entre los 10 y 28°C y una precipitación que va de los 600 a los 2 500mm anuales. Se concentran entre los 1 200 y los 3 200 m.
Media	Vegetación secundaria arbustiva de Bosque de Pino-Encino.	Esta comunidad vegetal está conformada por doseles abiertos, con fuertes indicios de deterioro, dominada por diferentes especies secundarias de Vegetación secundaria arbustiva Pino-Encino, con alturas promedio menores de 25 m. Se desarrollan en climas templados, semifríos, semicálidos y cálidos húmedos y subhúmedos con lluvias en verano con temperaturas que oscilan entre los 10 y 28°C y una precipitación que va de los 600 a los 2 500 mm anuales. Se concentran entre los 1,200 y 3,200 m.

Fuente: SECIRA, 2019.

#### IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LAS FUENTES DE CAMBIO, PERTURBACIONES Y EFECTOS.

Las futuras fuentes de cambio provocadas de la obra y que afectan al Sistema Ambiental Regional se presentan en la lista de cotejo correspondiente a las actividades del proyecto. Las perturbaciones de estas fuentes de cambio se analizan en las matrices de identificación, así como los procesos a través de los cuales ocurren las modificaciones del Sistema Ambiental, a partir de las acciones del proyecto, con la secuencia de impactos analizados. Las etapas y actividades del Listado de Chequeo se presentan a continuación:

#### ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO DEL PROYECTO.

Esta etapa tiene como finalidad iniciar las actividades de preparación del terreno, con la finalidad de realizar el análisis respectivo del factor ambiental sobre el cual inciden sus efectos y los impactos ambientales producidos.

- |   |   |
|---|---|
| 1. Desmante y Despalmes.                            | 6. Transporte de materiales, personal y equipo.         |
| 2. Nivelación y Compactación.                       | 7. Generación y Manejo de Residuos.                     |
| 3. Excavaciones                                     | 8. Instalación de infraestructura de apoyo provisional. |
| 4. Movimientos de Tierras (producto del Despalmes). | 9. Trabajo y presencia humana en campo.                 |
| 5. Operación de Maquinaria Pesada.                  |   |

Fuente: SECIRA, 2019.

#### ETAPA DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO.

En esta etapa se tiene como finalidad integrar el proyecto, sobre el terreno previamente preparado para soportar dicha infraestructura, realizándose esta actividad únicamente en un área delimitada; este proyecto tendrá como objetivo la modernización de camino con la definición del derecho de vía. Las actividades para esta etapa del proyecto se indican en la siguiente relación, y posteriormente el análisis respectivo del factor en el cual inciden sus efectos e impactos ambientales producidos.

- |   |   |
|---|---|
| 10. Conformación de terracerías.                                  | 13. Instalación de Señalamientos                      |
| 11. Planta de asfalto para subbase y base, incluye liga de sello. | 14. Generación y Manejo de Residuos.                  |
| 12. Transporte de materiales, personal y equipo.                  | 15. Desmantelar infraestructura de apoyo provisional. |
|   | 16. Trabajo y presencia humana en campo.              |

Fuente: SECIRA, 2019.

### **ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.**

La principal actividad del proyecto es un uso de vías de comunicación, las actividades de mantenimiento resaltan la revisión y valoración, de manera periódica, de las condiciones de la modernización de camino, para conservar y alargar la vida útil del proyecto. A continuación, se enlistan las actividades previstas de ambas etapas del proyecto:

17. Limpieza y mantenimiento general (vialidad, áreas verdes, etc.).
18. Señalamientos
19. Generación y Manejo de residuos.
20. Transporte de materiales y personal.

Fuente: SECIRA, 2019.

Con esta primera aproximación de las modificaciones potenciales a los elementos del Sistema Ambiental Regional, se pueden establecer los impactos primarios, secundarios y terciarios más relevantes, así como la temporalidad y espacialidad del efecto. En ese sentido se presentan el siguiente cuadro con los principales efectos negativos y componentes ambientales afectados.

**Tabla V. 7.** Listado de cotejo durante la etapa de preparación del sitio del proyecto.

ACTIVIDAD	FACTORES AMBIENTALES AFECTADOS	IMPACTO AMBIENTAL
1. Desmonte y Despalme.	Vegetación	Eliminación de la vegetación en el trazo de la modernización de camino, con un efecto negativo permanente.
	Hábitat	Fragmentación del hábitat de la fauna silvestre.
	Fauna	Afectación a los microecosistemas al intensificar el efecto barrera y su fragmentación.
	Paisaje	Perturbación y desplazamiento de la fauna silvestre.
	Calidad de vida	Alteración por los movimientos de las capas edáficas y geológicas superficiales con equipo pesado y camiones de carga, modificando el paisaje y continuidad de la vegetación, conformando el uso de vías de comunicación e impacto previo.
	Suelo	Modificación del paisaje.
	Calidad del aire	Generación de empleos.
	Calidad de vida	Erosión del suelo y pérdida de los horizontes.
	Seguridad	Remoción de la capa de suelo fértil.
2. Nivelación y Compactación.	Calidad de vida	Contaminación temporal del aire por partículas suspendidas y el empleo de la maquinaria.
	Calidad de vida	Generación de empleos.
	Seguridad	Incremento en el consumo de bienes y servicios locales.
	Calidad de aire	Riesgo de accidentes durante la operación de los equipos y maquinaria pesada.
	Seguridad en el trabajo	Contaminación del aire con partículas minerales, por el movimiento de tierras.
	Paisaje	Contaminación del aire por la generación de gases de combustión interna.
	Hidrología	Riesgo de accidentes para los trabajadores, por uso de maquinaria y equipo pesado o falta de capacitación en el trabajo.
	Calidad de vida	Modificación total de la geoforma los cuales serán transformados de manera permanente.
	Aire	Utilización de agua para evitar polvos.
3. Excavaciones	Fauna	Generación de empleos para diferentes tipos de población trabajadora.
	Calidad del aire	Generación de Polvos.
	Hidrología	Ahuyentado y desplazamiento de fauna silvestre por el ruido.
	Seguridad	Aumento del ruido producto del empleo de maquinaria pesada.
	Geomorfología	Alteración de la hidrología superficial, por el efecto barrera.
	Paisaje	Riesgo de accidentes durante la operación de los equipos y maquinaria pesada.
	Aire	Modificación permanente de la geomorfología
	Calidad del aire	Alteración del paisaje
	Generación de empleo	Presencia de partículas suspendidas por el acarreo de materiales.
4. Movimientos de Tierras del despalme.	Calidad del aire	Generación de ruido por los camiones de transporte.
	Suelo	Uso de los servicios locales.
	Calidad de vida	Contaminación por ruido durante la operación de equipos y maquinaria pesada.
	Seguridad	Generación de polvos por el movimiento de materiales de construcción.
	Calidad del Aire	Contaminación atmosférica, por generación de gases de combustión por la operación de equipo y maquinaria pesada.
5. Operación de Maquinaria Pesada.	Calidad del Aire	Contaminación del suelo y subsuelo por derrames ocasionales de combustibles, aditivos y lubricantes.
	Calidad de vida	Generación de empleos para la contratación temporal de mano de obra calificada y no calificada.
	Seguridad	Riesgo de accidentes durante la operación de los equipos y maquinaria pesada.
	Calidad del Aire	Contaminación por ruido.
	Calidad del Aire	Generación de polvos.
6. Transporte de materiales, personal y equipo.	Calidad del Aire	Contaminación atmosférica por los gases de combustión.
	Calidad de vida	Generación de empleos locales.
	Calidad del Aire	Contaminación por ruido.
	Calidad del Agua	Contaminación por caídas accidentales de materiales de construcción



ACTIVIDAD	FACTORES AMBIENTALES AFECTADOS	IMPACTO AMBIENTAL
7. Generación y Manejo de Residuos.	Suelo	Contaminación del suelo y subsuelo por sustancias contaminantes, por mal manejo y derrames ocasionales
	Paisaje	La presencia de residuos sólidos, aunado a un manejo inadecuado, provoca un deterioro local y temporal de la estética del paisaje
8. Instalación de infraestructura de apoyo provisional.	Suelos	Remoción del suelo, en sitio donde se instale la infraestructura provisional.
	Fauna	Ahuyentado y desplazamiento de fauna silvestre por el ruido.
	Aire	Generación de polvos y humo por el empleo de maquinaria.
9. Trabajo y presencia humana en campo.	Suelo	Fecalismo al aire libre, en caso de no rentar baños portátiles.
		Contaminación del suelo, por el uso de diferentes sustancias químicas y la generación de residuos domésticos y de manejo especial.
	Calidad de aire	Contaminación del aire por actividades inherentes a la presencia humana.

Fuente: SECIRA, 2019.

**Tabla V. 8.** Listado de cotejo durante la etapa de construcción del proyecto.

ACTIVIDAD	FACTORES AMBIENTALES AFECTADOS	IMPACTO AMBIENTAL
10. Conformación de terracerías.	Suelo	Erosión y cambio de las características del suelo, con riesgos potenciales de contaminación.
		Erosión gravitacional e hídrica por desaparición de la cubierta vegetal.
		Incorporación de estructuras y elementos ajenos al terreno natural y exposición de horizontes superficiales.
	Generación de empleo	Uso de mano de obra local y poco calificada.
	Aire	Generación de polvos y gases de combustión.
		Contaminación por ruido.
	Geomorfología	Socavación de las bases de las obras con movimientos de materiales.
Fauna	Producción del efecto barrera que impide el libre tránsito de la fauna.	
	Desplazamiento de fauna, con efecto adicional en la mastofauna.	
Seguridad	Riesgo de accidentes durante la operación de los equipos y maquinaria pesada.	
11. Planta de asfalto para subbase y base, incluye liga de sello.	Hidrología	Alteración de la dinámica hidrológica superficial, de los escurrimientos durante la época de lluvias.
		Efecto barrera a la hidrología superficial
		Utilización de agua para la etapa constructiva del proyecto.
	Generación de empleo	Uso de mano de obra local y poco calificada.
	Aire	Generación de polvos y gases de combustión.
		Contaminación por ruido.
	Geomorfología	Socavación de las bases de las obras con movimientos de materiales.
Fauna	Producción del efecto barrera que impide el libre tránsito de la fauna.	
	Desplazamiento de fauna, con efecto adicional en la mastofauna.	
Seguridad	Riesgo de accidentes durante la operación de los equipos y maquinaria pesada.	
12. Transporte de materiales, personal y equipo	Calidad del aire	Contaminación por ruido.
	Calidad del aire	Generación de polvos y contaminación por gases de combustión
	Calidad de vida	Generación de empleos locales.
	Calidad del Agua	Contaminación por caídas accidentales de materiales de construcción.
13. Instalación de Señalamientos	Suelo	Incorporación de estructuras y elementos ajenos al terreno natural, con exposición de horizontes edáficos superficiales.
	Hidrología	Contaminación temporal de aguas superficiales y modificaciones del patrón de escurrimiento superficial.
	Suelo.	Incorporación de estructuras y elementos ajenos al terreno natural, con exposición de horizontes edáficos superficiales.
Erosión y cambio de las características del suelo, con riesgos potenciales de contaminación.		

ACTIVIDAD	FACTORES AMBIENTALES AFECTADOS	IMPACTO AMBIENTAL
		Contaminación del suelo y subsuelo por derrames ocasionales de combustibles, aditivos y lubricantes.
	Generación de empleo.	Contratación de mano de obra local, poco calificada y calificada.
	Fauna.	Desplazamiento de fauna, con efecto adicional en la mastofauna y reptiles.
	Geomorfología.	Socavación de los taludes, con movimientos de materiales.
	Seguridad.	Riesgo de accidentes durante la operación de los equipos y maquinaria pesada.
14. Generación y Manejo de Residuos	Calidad del aire.	Contaminación por ruido durante la operación de equipos y maquinaria pesada.
		Generación de polvos por el movimiento de materiales de construcción.
		Contaminación atmosférica, por generación de gases de combustión durante la operación de equipos y maquinaria pesada.
	Calidad de vida.	Generación de empleos para la contratación temporal de mano de obra calificada y no calificada.
	Suelo.	Contaminación del suelo y subsuelo por sustancias contaminantes, asociados a un mal manejo y derrames ocasionales
15. Desmantelar infraestructura de apoyo.	Paisaje.	La presencia de residuos sólidos, con manejo inadecuado, provoca un deterioro local y temporal de la estética del paisaje
	Suelos	Remoción del suelo en sitio donde se instale la infraestructura provisional.
	Fauna.	Ahuyentado y desplazamiento de fauna silvestre por el ruido.
16. Trabajo y presencia humana en campo.	Aire	Generación de polvos y humo por el empleo de maquinaria.
		Fecalismo al aire libre, en caso de no rentar baños portátiles.
	Suelo.	Contaminación del suelo, por el uso de diferentes sustancias químicas y los residuos domésticos y de manejo especial.
		Calidad de aire.

Fuente: SECIRA, 2019.

**Tabla V. 9.** Listado de cotejo durante la etapa de operación y mantenimiento del proyecto.

ACTIVIDAD	FACTORES AMBIENTALES AFECTADOS	IMPACTO AMBIENTAL
17. Limpieza y mantenimiento general (vialidad, áreas verdes, etc.).	Calidad del aire	Contaminación del aire por la emisión de gases. Emisión de ruido por el tráfico vehicular.
	Suelo y Agua	Contaminación ocasional del suelo y agua, por derrames ocasionales de hidrocarburos.
	Calidad de vida	Generación temporal de empleo de mano de obra no calificada y calificada.
	Seguridad	Disminución de los accidentes viales y de las afectaciones a la integridad física de los usuarios
	Paisaje	Estabilidad de la zona.
18. Señalamientos	Calidad del aire	Contaminación del aire por la emisión de gases de combustión de los vehículos.
	Suelo y agua	Contaminación del suelo y agua, por derrames ocasionales de aditivos, aceites lubricantes o combustibles.
	Seguridad durante el transporte	Riesgo de accidentes por la circulación de los vehículos e imprudencia de conductores.
19. Generación y gestión de residuos.	Suelo	Contaminación del suelo en el sitio de disposición final.
	Calidad del Aire	Dispersión de partículas fugitivas a la atmósfera.
	Vialidades utilizadas	Caída de residuos en la superficie de la obra.
20. Transporte de materiales y personal	Calidad del aire	Contaminación por ruido.
	Calidad del aire	Generación de polvos y contaminación por gases de combustión
	Calidad de vida	Generación de empleos locales.
	Calidad del Agua	Contaminación por caídas accidentales de materiales de construcción.

Fuente: SECIRA, 2019.

### **V.1.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales.**

Con la finalidad de identificar y evaluar eficazmente los impactos ambientales, se emplearán las mejores metodologías existentes actualizadas, con la finalidad de ofrecer certidumbre al panorama del impacto que se causará al ambiente, por el desarrollo del nuevo proyecto. Lo anterior apegado a la definición de impacto ambiental, conforme a la fracción IX del Artículo 3 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (REIA). Para identificar y evaluar los impactos ambientales que pudieran generarse por el desarrollo de diversos proyectos, existen numerosas técnicas para la identificación y evaluación de las interacciones proyecto-entorno, sin embargo, cualquier evaluación de impacto ambiental debe describir la acción generadora del impacto, predecir la naturaleza y magnitud de los efectos ambientales en función a la caracterización del Sistema Ambiental, interpretar los resultados y finalmente, establecer las medidas para prevenir y/o compensar los efectos negativos con base en los resultados obtenidos en la evaluación.

En este apartado se describe la secuencia de los pasos que comprenden los métodos utilizados para la identificación, evaluación y ponderación de los impactos ambientales del proyecto:

- Se describen y analizan el conjunto de actividades y etapas programadas, dentro de la obra, lo cual requiere las especificaciones particulares y puntales, en tiempo y espacio, así como valorar la intensidad de las modificaciones sobre los factores ambientales.
- Posteriormente se procede a la elaboración de un listado de actividades de cada etapa del proyecto, el cual se agrupan en las siguientes etapas: Preparación del sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento. En cada una de estas etapas se describen las distintas actividades a realizar, lo que permite una mayor comprensión e interpretación de los efectos sobre el ambiente. Este listado de actividades permite fundamentar las bases del Check List, como primera actividad de identificación de impactos ambientales generados por el proyecto.
- Una vez obtenido el listado de cotejo de la actividad se procede al análisis de impactos ambientales mediante una lista de chequeo compuesta.
- Concluida la primera identificación de impactos ambientales, se refuerza la investigación con un análisis de interacciones con los atributos ambientales, que tiene el siguiente procedimiento. Se enlistan los factores y atributos ambientales relevantes, después de una discusión y análisis interdisciplinario, pueden llegar a ser afectados por una o varias etapas de la obra, elaborando el listado de cotejo cada una de las obras tipo. Los factores ambientales listados son: Geología, Geomorfología, Suelo, Aire, Hidrología Superficial, Vegetación, Fauna, Hábitat, Paisaje, Uso del Suelo, Factores Sociales y Económicos.
- En las columnas se colocan las etapas del proyecto de manera horizontal, los factores y atributos ambientales desglosados se colocan de manera vertical, para identificar las interacciones potenciales. Se procede a la elaboración de una primera matriz de identificación de impactos ambientales, cuyo objetivo inicial es la identificación de interacciones potenciales generadas por las actividades de la obra, para completar un primer listado de hipótesis de cambios ambientales. Posteriormente se realiza una breve descripción de la afectación de los impactos evaluados y las consecuencias que podría tener a largo plazo.
- Después de la matriz de identificación de impactos ambientales y una vez establecidas las interacciones posibles, que representa una afectación al medio natural, se procede

a eliminar los atributos ambientales y actividades de la obra que no presenten interacción, para acotar hacia los impactos críticos del proyecto.

- Una vez identificadas las interacciones entre las actividades de la obra y los atributos ambientales y de acuerdo con el tipo de impacto se construye la Matriz de ponderación utilizando 10 criterios aplicables al impacto ambiental identificado y se ponderan y valoran los posibles impactos ambientales.
- El siguiente paso consiste en realizar un análisis técnico respecto al incremento de la pérdida de conectividad de los ecosistemas del Sistema Ambiental y la disminución de hábitats para la fauna; se realiza un análisis de fragmentación del paisaje, con medidas de paisaje para cuantificar la fragmentación del hábitat, una medida de fragmentación que ha sido presentada más recientemente y que ha sido ampliamente aplicado como un indicador para monitoreo ambiental en varios países como Suiza y Alemania, el cual permite utilizar el método del *tamaño efectivo de la malla*.
- Se procede a establecer las jerarquías de las actividades identificadas y ponderadas como las de mayor impacto y se agrupan en tres categorías, para establecer las medidas de mitigación de manera directa y considerando la relevancia de la actividad a atender.

Con las metodologías utilizadas se superan y cubren las deficiencias inherentes de cada técnica aplicada, lo cual permite garantizar que se tiene una evaluación más integrada y de una mayor cobertura y comprensión de las actividades del proyecto sobre los factores y atributos ambientales considerados. Para la estimación cualitativa de los cambios generados, se utiliza una metodología combinada que consiste en desarrollar listados de chequeo, matrices y sobreposición de mapas, con la ayuda de un dron y las imágenes obtenidas en la visita de campo. Como punto de partida se realiza una descripción y análisis del conjunto de actividades que se llevarán a cabo en el proyecto, lo cual requiere especificaciones puntuales, en tiempo y espacio, y la intensidad de las modificaciones sobre los factores ambientales. Los métodos de evaluación cualitativa inician con un listado de chequeo o de cotejo, que consiste en desarrollar la lista de factores ambientales y la lista de actividades del proyecto, estas se elaboraron de acuerdo con las características de cada una de las obras a desarrollar en el Sistema Ambiental y por la discusión interdisciplinaria de los factores del medio físico, biológico y socioeconómico. El listado de actividades de cada etapa del proyecto, quedo agrupado en los siguientes rubros:

- ◆ Preparación del sitio,
- ◆ Construcción,
- ◆ Operación y
- ◆ Mantenimiento.

Los factores ambientales listados son:

- ◆ Clima
- ◆ Geomorfología
- ◆ Suelo
- ◆ Geología
- ◆ Hidrología
- ◆ Vegetación
- ◆ Fauna
- ◆ Hábitat y Paisaje
- ◆ Factores Sociales y Económicos

Una vez obtenidas estas listas se procede a realizar el análisis de las interacciones, para lo cual se construye una matriz, en la cual los atributos ambientales se colocan en el eje vertical y las diferentes etapas del proyecto en columnas de manera horizontal. Para realizar una identificación completa de las posibles interacciones se procederá a la construcción de matrices, que son:

- ◆ Matriz de identificación. En la se identifican las interacciones potenciales generadas por las actividades de la obra, para completar un primer listado de hipótesis de cambios ambientales. Posteriormente se realiza una breve descripción de la afectación de los

impactos evaluados y las consecuencias que podría tener a largo plazo. Después de la matriz de cribado y una vez identificadas las interacciones posibles, que representa una afectación al medio natural, se proceden a eliminar los atributos ambientales y actividades de la obra que no presenten interacción.

Una vez identificados los impactos ambientales, se elabora la matriz de evaluación de criterios ponderados, donde se califica el grado de afectación de las distintas actividades sobre cada atributo ambiental basándose en criterios que se acuerdan entre los especialistas.

### ANÁLISIS DE FRAGMENTACIÓN.

Con la finalidad de realizar un análisis técnico respecto al incremento de la pérdida de conectividad de los ecosistemas del Sistema Ambiental y la disminución de hábitats para la fauna causados por el proyecto, se realiza un análisis de fragmentación del paisaje, existen muchas medidas de paisaje para cuantificar la fragmentación del hábitat, una medida de fragmentación que ha sido presentada más recientemente y que ha sido ampliamente aplicada como un indicador para monitoreo ambiental en varios países como Suiza y Alemania, se trata del método del tamaño efectivo de la malla. Se eligió el tamaño efectivo de la malla como medida de fragmentación porque este método agrega la información de fragmentación del paisaje en un valor único que puede ser fácilmente obtenido e interpretado, y, adicionalmente, tiene otras varias ventajas:

- Toma en cuenta todos los fragmentos restantes en la “red” de infraestructura de transporte, zonas urbanas, etc.
- Es conveniente para comparar la fragmentación de regiones con diferentes áreas totales y con diferentes proporciones ocupadas.
- Su confiabilidad ha sido confirmada y fundamentada en nueve criterios de confiabilidad mediante una comparación sistemática con otras medidas cuantitativas (Jaeger, 2000, 2002).
- Puede ser ampliada para incluir la permeabilidad de la infraestructura de transportación para animales o humanos para moverse en el paisaje (es decir, el efecto de filtro; Jaeger, 2002).

Primero se ejecuta un estudio previo a la introducción del trazo del proyecto y otro análisis con el proyecto una vez inmerso en el Sistema Ambiental con la finalidad de conocer la pérdida de conectividad y el nivel de fragmentación obtenido una vez ingresado el proyecto; las siguientes medidas de fragmentación fueron las utilizadas para realizar dicho análisis (Jaeger, 2000):

- 1) Grado de coherencia.
- 2) Grado de división del paisaje.
- 3) Índice de división.
- 4) Tamaño efectivo de la malla.
- 5) Índice de densidad.
- 6) Producto neto.

#### (1) Grado de coherencia C.

El grado de coherencia se define como la habilidad de dos animales de la misma especie -colocadas al azar en una zona- de encontrarse entre sí:

$$C = \sum_{i=1}^n \left( \frac{A_i}{At} \right)^2.$$

Con  $n$  = número de parches;  $A_i$  = tamaño de los  $n$  parches ( $i = 1, \dots, n$ );  $A_t$  = área total de la región. Alternativamente,  $C$  se puede entender como la probabilidad de que dos animales, los cuales han sido capaces de moverse a lo largo de toda la región antes de que ocurran los procesos de fragmentación, se encuentren en la misma área parcial cuando la malla de las líneas y áreas de disección se colocan sobre la región.

### (2) Grado de división del paisaje $D$ .

El grado de división del paisaje ( $D$ ) se define como la probabilidad de que dos lugares escogidos estocásticamente en el paisaje bajo investigación no estén situados en la misma área no seccionada, la fórmula para dicho grado se muestra a continuación:

$$D = 1 - \sum_{i=1}^n \left( \frac{A_i}{A_t} \right)^2$$

### (3) Índice de división $S$ .

El índice de división ( $S$ ) se define como el número de parches que uno obtiene cuando divide la región total en partes de igual tamaño de tal manera que esta nueva configuración  $\Phi'$  conduce al mismo grado de división del paisaje ( $D$ ) como el obtenido para  $\Phi$ . Un cálculo simple resulta en:

$$S = \frac{A_t^2}{\sum_{i=1}^n A_i^2}$$

Si todos los parches de un área de distribución  $\Phi$  tuvieran el mismo tamaño, entonces  $\Phi = \Phi'$  y  $S = n$ .  $S$  puede interpretarse como el “número efectivo de la malla” de una malla  $\Phi'$  con un tamaño de malla constante dividiendo la región en  $S$  parches los cuales todos tendrán el tamaño  $A_t/S$ .

### (4) Tamaño efectivo de la malla $m$ (MSIZ).

El tamaño efectivo de la malla ( $m$ ) denota el tamaño de las áreas cuando la región bajo investigación se divide en  $S$  áreas (cada una con el mismo tamaño  $A_t/S$ ) con el mismo grado de división del paisaje como para  $\Phi$ :

$$m = \frac{A_t}{S} = \frac{1}{A_t} \sum_{i=1}^n A_i^2$$

### (5) Índice de densidad $s$ .

Cuando un paisaje se caracteriza por el índice de división ( $s$ ) entonces el número de “mallas” por unidad de área está dado por la densidad de división:

$$s = \frac{S}{A_t} = \frac{A_t}{\sum_{i=1}^n A_i^2} = \frac{1}{m}$$

### (6) Producto neto $N$ .

El producto neto ( $N$ ) se define como el producto del tamaño efectivo de la malla,  $m$ , y el área total de la región:

$$N = m \cdot A_t = \sum_{i=1}^n A_i^2$$

Esta cantidad es la contraparte extensiva del tamaño efectivo de la malla ( $m$ ).

### **AFECTACIÓN SOBRE UNIDADES DE PAISAJE.**

En este contexto, el paisaje se compone por unidades discretas, perceptibles y diferenciables ligadas con los usos de suelo que una sociedad genera y acepta para un espacio territorial. Las unidades de paisaje, entonces, se estructuran de acuerdo con una composición de características o rasgos naturales que las hacen claramente distinguibles unas de otras, condición que permite que sean una base territorial para evaluar la oferta de recursos naturales y su manejo para efectos de planeación sectorial y espacial con límites naturales distinguibles al ojo humano. La situación conceptual considerada es una división espacial del entorno con fines de establecer una demarcación, en este caso el Sistema Ambiental, para poder realizar, bajo límites, un análisis cartográfico de las unidades de paisaje. Para ello se consideraron las escalas de trabajo de 1:7,500 para la cartografía aceptada por la resolución de las imágenes y planos utilizados. Bajo el marco de referencia descrito, se aborda el impacto y riesgo ambiental utilizando un Sistema de Información Geográfica vectorial con lo cual se realiza una cartografía sobre la que se contrastan las propiedades del proyecto. Para este caso se utilizó el programa Arcgis 10.3. La aplicación de herramientas SIG a la metodología de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) potencian la comprensión del entorno y permiten la integración, modelado, análisis y la valoración de los distintos factores que, eventualmente, habrán de interactuar con la obra o actividad propuesta. La utilización del SIG en la valoración del impacto ambiental permite, entre otras cosas:

- Obtener, acopiar y sistematizar la información ambiental.
- Realizar un diagnóstico ambiental documentado.
- Analizar la información ambiental en base a datos numéricos con referencia espacial y temporal lo que permite un mayor nivel de integración y procesamiento.
- Ofrece información detallada, confiable y referida geográficamente.
- Permite el planteamiento de preguntas y ofrece respuestas confiables.

En función de lo anterior se presenta a continuación una valoración de los impactos ambientales a partir del conocimiento del inventario de los elementos naturales documentados utilizando el Sistema de Información Geográfica, esto en virtud de que esta herramienta y método ofrecen una descripción de espacio, basada en la cuantificación del conjunto elementos naturales que pudieran ser afectados por la obra pretendida y con ello proveer el análisis espacial para aplicar las medidas de prevención, mitigación y/o compensación necesarias, pertinentes y específicas para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.

### **METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SELECCIONA.**

A fin de identificar adecuadamente las medidas para minimizar, restaurar o compensar los impactos negativos, se aplicaron diferentes metodologías especializadas en la evaluación e identificación de impactos ambientales, dichas metodologías fueron señaladas con antelación, a continuación, se presentan estas metodologías para que una vez identificados y ponderados los impactos ambientales se procede a identificar y describir las medidas de mitigación. La aplicación de la Lista de Verificación es la primera técnica para identificar las actividades del proyecto, así como sus factores y atributos ambientales comprendidos en el área de estudio. Su análisis se desarrolla en Cuatro fases:

- Preparación,
- Construcción,
- Operación y
- Mantenimiento,

De acuerdo con el grupo multidisciplinario evaluador, se elaboró una primera lista simple de chequeo para el proyecto; también se desarrolla la identificación de los factores, atributos e indicadores involucrados. A continuación se presentan los primeros listados de las actividades por cada etapa del proyecto, posteriormente el Check List compuesto que consiste únicamente en listar las acciones y factores ambientales sin discutirlos, el grupo multidisciplinario de evaluación de impactos ambientales elaboró esta lista de chequeo sobre la base de una lluvia de ideas denominada técnica Delphi, soportada bajo la amplia experiencia del grupo evaluador; posteriormente se aplica simultáneamente la técnica “Ad hoc”, y su ponderación, con dicha metodología se obtuvieron las tablas de identificación de impactos. Las fuentes de cambio provocadas por la obra y que afectan al Sistema Ambiental se muestran en la lista de cotejo correspondiente a las actividades del proyecto. Las perturbaciones de estas fuentes de cambio se analizan en las matrices de identificación, así como los procesos a través de los cuales ocurren las modificaciones del sistema ambiental, a partir de las acciones de la integración de proyecto, con la secuencia de impactos analizados. La relación de indicadores, desglosada según los distintos componentes del ambiente, resulta extremadamente útil para las distintas fases de un proyecto, incluyendo los indicadores particulares para el proyecto, los cuales se utilizarán posteriormente.

## V.2. Características de los impactos.

Las actividades del proyecto se indican en la siguiente relación, y posteriormente se hace el listado de chequeo y el análisis respectivo del factor en el cual inciden los impactos ambientales producidos.

**Tabla V. 10.** Listados de Actividades del proyecto.

ETAPA	ACTIVIDAD
PREPARACIÓN DEL SITIO.	1) Desmante y Despalme.
	2) Nivelación y Compactación.
	3) Excavaciones.
	4) Movimiento de tierras (producto del despalme).
	5) Operación de maquinaria pesada.
	6) Transporte de materiales, personal y equipo.
	7) Generación y Manejo de residuos.
	8) Instalación de infraestructura de apoyo provisional.
	9) Trabajo y presencia humana en campo.
CONSTRUCCIÓN (OBRAS PRINCIPALES).	10) Conformación de terracerías
	11) Planta de asfalto para subbase y base, incluye liga de sello.
	12) Transporte de materiales, personal y equipo.
	13) Instalación de Señalamientos
	14) Generación y Manejo de residuos.
	15) Desmantelar infraestructura de apoyo provisional.
	16) Trabajo y presencia humana en campo.
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.	17) Limpieza y mantenimiento general (vialidades, cunetas, áreas verdes, derecho de vía).
	18) Señalamientos
	19) Generación y Manejo de residuos
	20) Transporte de materiales, personal y equipo.

Fuente: SECIRA, 2019.



**Tabla V. 11.** Lista indicativa de indicadores de impacto.

MEDIO	ELEMENTO AMBIENTAL	COMPONENTE	ATRIBUTO	
MEDIO NATURAL	ABIÓTICO	Geología	1. Material Geológico. 2. Estabilidad.	
		Geomorfología	3. Relieve. 4. Denudación. 5. Movimientos de material.	
		Suelo	6. Erodabilidad 7. Contaminación.	
		Hidrología superficial	8. Calidad de la Hidrología superficial. 9. Polvos.	
		Aire	10. Gases. 11. Ruido.	
		Vegetación	12. Comunidades vegetales. 13. Hábitat.	
	BIÓTICO	Fauna	14. Comunidades faunísticas. 15. Hábitat.	
		Paisaje	16. Estética.	
		Uso del suelo	17. Uso potencial 18. Uso actual	
	SOCIOECONÓMICO	SOCIAL	Salud y seguridad social	19. Riesgo de accidentes. 20. Calidad de vida.
			Directo	21. Generación de empleo. 22. Consumo de bienes y servicios locales. 23. Recaudación fiscal
		ECONÓMICO	Indirecto	24. Desarrollo urbano.

Fuente: SECIRA, 2019.

De esta forma se identificaron 20 Actividades durante todas las etapas programadas del proyecto y 24 Elementos del medio natural y socioeconómico sobre los cuales la obra ejerce algún tipo de interacción. Con estas variables se identifican y evalúan los impactos ambientales, y de manera subsecuente se determina el nivel de impactabilidad de las actividades y, por otra parte, se estableció el diseño de las medidas de mitigación, tendientes a reducir el nivel de afectación a que estarán sometidos cada uno de los elementos ambientales a lo largo de la vida del proyecto. Para cuantificar las interacciones entre las actividades del proyecto y elementos ambientales de los medios natural y socioeconómico se diseñó una matriz de correlación, la cual permite conocer el nivel de impactabilidad de las actividades y el nivel de afectabilidad de los elementos sociales, económicos o naturales. De esta manera se tiene un índice, que resulta en un número para una categorización y mejor comprensión del impacto ambiental generado por el proyecto. Estos índices permiten deducir dentro de una escala predeterminada y en escala porcentual, la relación entre el agente generador de impactos con el elemento impactado; el primero califica de cada una de las actividades del proyecto su capacidad de generar impactos sobre los diferentes elementos analizados, mientras que el segundo permite conocer los elementos más afectados. Finalmente, se conocen las actividades que propician desde una sola afectación hasta aquellas que son capaces de provocar un amplio espectro de impactos al medio; por otra parte, en esta interacción identificada, se reconocen los elementos más susceptibles de ser afectados por una sola actividad o por varias durante cada una de las etapas del proyecto. Con la lista simple anterior se elaboró una lista de chequeo compuesta que identifica impactos ambientales en cada una de las etapas del proyecto, los cuales se analizan agrupados y bajo el contexto de integralidad. De acuerdo con la lista de chequeo se tiene la siguiente evaluación de Impactos ambientales:

### Preparación del Sitio.

- Suelo: Las afectaciones provienen de las actividades del Desmonte, Despalme, Excavación, Movimiento de tierras, Nivelación y Compactación, las cuales afectaran las propiedades del suelo, con un impacto permanente e irreversible; se tiene una ponderación baja, debido a que la zona donde se pretende integrar el proyecto presenta una condición de alta degradación, desprovisto de una cubierta vegetal secundaria sobre suelos someros que descansan directamente sobre un material geológico fragmentado de roca caliza y sobre suelos que han sido utilizados para la vía de comunicación de terracería. La infraestructura del Proyecto, por su naturaleza, tendrá que ocupar y modificar toda la superficie del camino de terracería existente; sin embargo, es importante recalcar que será únicamente en una zona específica y puntual, necesaria para realizar la modernización de camino, lo cual generará un mínimo volumen de residuos de tierra y material geológico de horizontes alterados y superficiales del suelo, mencionados anteriormente.
- Biota: La consolidación del uso del suelo tendrá como inmediato la mínima eliminación de individuos arbustivos presentes, como efecto secundario será la migración temporal de organismos de la fauna, como reptiles, mamíferos y aves, que retornarán con la integración de las áreas verdes presentes en el proyecto, teniendo como una prioridad la restricción de no molestarlos, en este sentido, únicamente se espera el ahuyentado temporal durante esta etapa del proyecto. La mayor afectación corresponderá al impacto generado por la eliminación de elementos florísticos presentes y que fueron descritos en el Capítulo IV, del presente trabajo, toda vez que las áreas verdes que se tienen contempladas en el proyecto corresponden al resto del área que no recibirá ningún tipo de impacto o en lugares destinados fuera del derecho de vía, del área de la modernización de camino programada, así como la medida de no afectar ni aprovechar materiales de la vegetación natural.
- Calidad del aire: Las actividades programadas presentan un constante movimiento de materiales y maquinaria, que emitirán a la atmósfera partículas fugitivas que alterará de manera temporal la calidad del aire, la cual puede disminuir y puede ser controlada durante el periodo de lluvias. La preparación del sitio involucra el movimiento de maquinaria y consumo de combustible (Diésel) que emite gases, humos y partículas sólidas asociado a la operación del equipo, que serán adicional a la carga de contaminantes emitidos por vehículos automotores que circulan en la vialidad. Otro impacto es la generación de ruido de baja intensidad, intermitente y temporal, menor de 95 dB, por la operación de la maquinaria, durante el tiempo de operación del equipo, la población se encuentra alejada y no estará bajo ese efecto, lo cual se considera un impacto de baja magnitud e importancia, intermitente, esporádico, puntual y totalmente reversible, al cese de actividades.
- Paisaje: El cambio de los atributos del paisaje se identifica con un deterioro inicial, sobre todo durante la etapa de preparación y construcción; además es importante señalar que la zona del Sistema Ambiental se encuentra prácticamente con un uso de suelo con intensa actividad antropogénica, existiendo una modificación total del paisaje y sus condiciones naturales, así que las modificaciones serán prácticamente imperceptibles, y restringida al área mínima del proyecto, permanente y mitigables al final de la obra, que inclusive habrá de dar como resultado final un mejoramiento de la estética.
- Factores socioeconómicos: La integración del proyecto, desde la preparación del sitio, incrementa la movilidad y seguridad de los vehículos, y será necesario la integración de mano de obra para esta etapa como las subsecuentes. Esta etapa generará empleos para personal no calificado o escasamente calificado, por lo que la población recibirá este

beneficio y se favorecerá la economía local. Esto conlleva a un ingreso familiar del trabajador, con un consecuente beneficio directo y encaminado al mejoramiento de su calidad de vida. Este impacto, a pesar de ser benéfico es temporal, positivo, reversible, pero significa un efecto social de una trascendencia importante, sobre todo en este momento de la economía nacional. Por otra parte, los efectos negativos, se asocian a la llegada y presencia de trabajadores, dado que habrá un incremento en la generación de residuos sólidos y líquidos, de carácter temporal. Sin embargo, se tienen contemplados módulos de baño con la finalidad de mitigar los efectos generados por los trabajadores durante la preparación del sitio. Así como el manejo de los residuos generados que va desde su identificación, envasado de los mismos, almacenamiento temporalmente y se recolectarán y transportarán fuera del predio a sitios destinados para dicho fin.

### **Construcción.**

- **Suelo:** La excavación, así como la integración de las terracerías y de la instalación de la planta de asfalto para colocar la base y subbase, incidirán directamente sobre el suelo que será cubierto totalmente por una capa impermeable de asfalto y material gravoso. Tiene efecto mínimo sobre la disminución en la infiltración de agua, en comparación con las condiciones de recarga actuales, a consecuencia del régimen pluvial y reducida extensión superficial del proyecto. El impacto sobre el suelo será permanente, irreversible, local, no significativo, de baja magnitud y compensable.
- **Bióticos:** Para este momento la reducida fauna se habrá retirado de la zona y habrá un efecto benéfico sobre los atributos ambientales principalmente sobre el estrato vegetal, ya que la vertiente más húmeda y menor insolación, adyacente en la zona seguirá cuidándose y manteniéndose, con la finalidad de tener un banco de germoplasma vegetal que, de manera natural, aporte el material vegetal necesario para colonizar los espacios abiertos. Las afectaciones son negativas y temporales, al inicio de la etapa, pero al final de esta, los efectos positivos de las áreas verdes naturales presentes ocasionan efectos benéficos al retorno permanente de organismos faunísticos menores y aves presentes en la zona.
- **Aire:** La calidad del aire se alterará de igual manera que en la etapa de preparación, pero con total disminución en la generación de polvos fugitivos; partículas dispersas y combustión de equipos y vehículos, asociados a la descarga de materiales de construcción, así como la eliminación de escombros y materiales que no son útiles como relleno y mejoramiento del terreno, estos impactos son totalmente temporales, intermitentes, mitigables y puntuales, sin afectaciones más allá de su tiempo de duración.
- **Paisaje:** El paisaje en esta fase del proyecto será conducido paulatinamente hacia su diseño previo y obviamente a su concepción final, produciendo un efecto benéfico permanente, irreversible sobre los atributos naturales de la zona del sitio, ocasionará un efecto visual de moderada trascendencia; en comparación con los impactos negativos, los cuales tienen un carácter estético visual permanente, pero de baja magnitud, dado que el entorno actual habrá de modificarse de manera positiva con respecto a las condiciones naturales del proyecto, que se adaptarán y habrá de mejorar el uso de suelo que existe en la zona.
- **Factores socioeconómicos:** Los impactos socioeconómicos benéficos están asociados a la generación de empleos, durante la etapa de construcción se requerirá también de personal altamente calificado y no calificado, lo que tendrá un impacto positivo de baja magnitud, moderada importancia, temporal y reversible al término de la obra. Dentro de los aspectos negativos se observará la generación de ruidos, polvos, residuos sólidos, movimiento vehicular local y presencia de trabajadores modificando parcialmente las actividades y

hábitos normales de la vida cotidiana, la cual se encuentra acostumbrada a la presencia de trabajadores, dado la construcción de esta vialidad, su conexión entre diferentes localidades y el que se asocia a un mayor tráfico de vehículos particulares privados, pasajeros y de carga. Este impacto es local, reversible, temporal y de baja importancia.

#### **Operación.**

- Suelo: Este elemento puede sufrir impactos importantes, si la disposición de residuos sólidos y líquidos resulta inadecuada; el impacto sería de baja magnitud, dada la escasa generación de residuos derivados de la operación; sin embargo, para el manejo de residuos se tiene contemplada su identificación, envasado, almacenamiento, recolección y disposición fuera del predio en sitios *ex profeso*; el impacto positivo será la generación de fuentes de empleo y la modernización de camino para favorecer la movilidad y seguridad vehicular; el impacto es benéfico, permanente, regional, irreversible y sinérgico.
- Agua: El líquido utilizado en esta etapa será baja, destinado a los servicios para los vehículos en bajos volúmenes. El impacto es negativo, local, permanente y mitigable.
- Aire: Este atributo se altera, aunque de manera muy similar, dado que se incrementa el número de vehículos, pero con menores emisiones, debido al incremento de la velocidad de tránsito; una vez en funcionamiento, las emisiones serán locales y mitigables.
- Socioeconómicos: Se generarán empleos permanentes y desencadena una mejora económica para el trabajador, Municipio, Estado y Federación; además se tiene el efecto sinérgico de promover mayores posibilidades de alcanzar una mayor movilidad y seguridad para el tránsito vehicular y disminución de accidentes. La generación de residuos sólidos no dejará de estar presente, esta afectación será local, controlable, de baja magnitud, mitigable y permanente.

#### **Mantenimiento.**

- Bióticos: Los elementos de fauna menor, los cuales se desplazaron al inicio de la preparación del sitio, podrán volver y formar nuevamente una comunidad, ya que se acostumbrarán a la operación, así mismo un adecuado programa de conservación que se tendrá garantizará la existencia de fauna silvestre y flora natural en el proyecto, así mismo con el precepto de no molestar a los organismos presentes, ayudará a un hábitat favorable de la fauna.
- Socioeconómicos: El mantenimiento de todas las instalaciones es la respuesta a la necesidad de garantizar la operación del proyecto, el incremento de la movilidad, mayor conectividad, seguridad y reducción de accidentes vehiculares, así como el alargamiento de su vida útil, refrendando la pertinencia y factibilidad de seguridad, ambiental, social y económica de estos proyectos. Es un impacto positivo, a largo plazo, permanente, local y sinérgico. Como efecto secundario, la posible etapa de abandono del sitio no se tiene contemplada en mínimo 100 años, en caso de presentarse se deberá contar con información que permita evaluar la posibilidad de recuperar las características ambientales que existían antes o después del desarrollo del proyecto o decidir si lo más factible es dirigir las actividades hacia su rehabilitación. Es un impacto permanente y benéfico, de magnitud moderada, pero de alta importancia ambiental, económica y social.

**Tabla V. 12.** Componentes y factores del entorno.

SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTE	FACTOR	INDICADOR DE IMPACTO
Medio Físico	Abiótico	Aire	Calidad del Aire	Incremento de partículas. Emisión visible de polvos y gases. Percepción de olores.
			Visibilidad	Percepción del sentido de la vista donde se reduce la distancia a que pueden reconocerse o verse los objetos.
			Nivel de ruido	Incremento de decibeles.
		Geología y Geomorfología	Relieve y microrelieve	Cambios del terreno que generan modificaciones en las propiedades del suelo o escorrentías naturales.
			Estructura	Cambios en horizontes y propiedades del suelo.
		Suelo	Calidad	Cambios en las características químicas del suelo, por la adición de sustancias extrañas o diferentes tipos de residuos.
			Uso del suelo	Modificación de vocación natural o existente del suelo.
			Erosión	Pérdida de suelo superior a la existente bajo una condición de uso del suelo preexistente o actividad.
		Hidrología Superficial	Usos de agua superficiales	Alteración de flujos de aguas superficiales. Uso y generación de aguas residuales.
			Calidad	Cambios en las características biológicas, físicas y químicas del agua.
Medio Biótico	Flora	Terrestre	Abundancia	Cambios en la estructura y composición de las comunidades vegetales que afectan la cobertura vegetal
			Estatus de conservación	Número de especies protegidas y /o endémicas
	Fauna	Terrestres	Abundancia	Cambios en la estructura y composición de las comunidades de fauna.
			Estatus de conservación	Número de especies protegidas y /o endémicas
Medio socioeconómico	Perceptual	Unidades de paisaje	Cualidades escénicas	Percepción e interpretación mental de cambios en la calidad del entorno natural por la inclusión de elementos exógenos.
	Económico	Economía	Nivel de empleo.	Cambios en la estructura de percepciones económicas de asalariados.
			Valor del suelo	Modificación repentina en el precio del terreno.
		Desarrollo regional	Cambios en la estructura económica regional que modifica los niveles de vida existentes por la demanda de insumos por el proyecto.	
	Infraestructura	Equipamiento	Cambios en la estructura de componentes sociales que contribuyen al adecuado funcionamiento de la sociedad.	

Fuente: SECIRA, 2019.

Cabe destacar que el cuadro siguiente, contiene una lista de factores ambientales y socioeconómicos, que pueden interactuar con las actividades del proyecto, es decir posibles factores que pueden ser afectados por el proyecto.

**Tabla V. 13.** Factores susceptibles de afectación y su instrumento legal de regulación del proyecto.

MEDIO	COMPONENTE	INDICADOR AMBIENTAL	REGULADOR DE INDICADOR
Abiótico	Aire	Niveles de ruido	Reglamento para la Protección del Ambiente contra la Contaminación originada por la Emisión del Ruido de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, el Art. 11 establece la máxima emisión de ruido permisible para fuentes fijas. El nivel máximo permisible es de 68 dB(A), entre 6:00 y 22:00 (por el día) y 65 dB(A) entre 22:00 y 6:00 (por la noche).
			NOM-080-SEMARNAT-1994. 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.
		Calidad del aire	NOM-041-SEMARNAT-2015. Límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.
			NOM-043-SEMARNAT-1993. Límites máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas. NOM-044-SEMARNAT-1993. 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

MEDIO	COMPONENTE	INDICADOR AMBIENTAL	REGULADOR DE INDICADOR	
			de motores nuevos que usan diésel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos.	
			NOM-045-SEMARNAT-2006. Niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel o mezclas que incluyan diésel como combustible.	
			NOM-050-SEMARNAT-1993. Niveles máximos permisibles de emisiones de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas L.P., gas natural u otros combustibles alternos como combustible.	
			NOM-025-SSA1-1993. Salud ambiental. - Criterios para evaluar el valor límite permisible para la concentración de material particulado y para la concentración de partículas suspendidas totales PST, partículas menores de 10 micrómetros PM <sub>10</sub> y partículas menores de 2.5 micrómetros PM <sub>2.5</sub> de calidad del aire ambiente.	
			NOM- 085-SEMARNAT+2011. Niveles máximos permisibles de emisión de los equipos de combustión de calentamiento indirecto y su medición.	
		Geomorfología	Relieve	Dado que no existe normatividad aplicable que regule cambios en el relieve, debe indicarse que el Procedimiento de Evaluación en materia de Impacto Ambiental es un instrumento de carácter preventivo que evalúa, <i>inter alia</i> , el efecto negativo sobre los componentes ambientales derivado de las obras y actividades de un proyecto, en un Sistema Ambiental determinado, ya consideraos.
		Edafología	Calidad del suelo	NOM-138-SEMARNAT/SS-2003. Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación. INEGI, Grados de Erosión del Suelo. Guía para la Interpretación de Cartografía de Uso Potencial del Suelo, 2005.
			Estructura	Dado que no existe normatividad aplicable que regule cambios en la estructura, debe indicarse que el Procedimiento de Evaluación en materia de Impacto Ambiental es un instrumento de carácter preventivo que evalúa, <i>inter alia</i> , el efecto negativo sobre los componentes ambientales derivado de las obras y actividades de un proyecto, en un SA determinado, incluidos en este Capítulo.
		Hidrología Superficial	Patrón de drenaje	Dado que no existe normatividad aplicable que regule el cambio en patrón de drenaje, debe indicarse que el Procedimiento de Evaluación en materia de Impacto Ambiental es un instrumento de carácter preventivo que evalúa, <i>inter alia</i> , el efecto negativo sobre los componentes ambientales derivado de las obras y actividades de un proyecto, en un Sistema Ambiental determinado, aspectos incluidos en este Capítulo.
			Calidad del agua	NOM-001-SEMARNAT-1996. Límites Máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. NOM-003-SEMARNAT-1997. Límites máximos permisibles de contaminantes para aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público.
		Residuos	Residuos sólidos	NOM-161-SEMARNAT-2011. Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de estos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo.
			Residuos peligrosos	NOM-052-SEMARNAT-2005. Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.
				NOM-054-SEMARNAT-1993. Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la NOM-052-SEMARNAT-1993.
Biótico	Vegetación	Estructura y composición de comunidades	NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental – Especies nativas de México de flora y fauna silvestres - Categorías de riesgo y especificaciones para la inclusión, exclusión o cambio – Lista de especies en riesgo.	
		Especies con estatus de protección		

MEDIO	COMPONENTE	INDICADOR AMBIENTAL	REGULADOR DE INDICADOR
	Fauna	Abundancia y distribución de comunidades	NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental – Especies nativas de México de flora y fauna silvestres - Categorías de riesgo y especificaciones para la inclusión, exclusión o cambio – Lista de especies en riesgo.
		Hábitat	
		Especies con estatus de protección	
	Paisaje	Características del paisaje	NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental – Especies nativas de México de flora y fauna silvestres - Categorías de riesgo y especificaciones para la inclusión, exclusión o cambio – Lista de especies en riesgo.
Socioeconómico	Población y trabajadores	Oferta de empleo.	
		Seguridad.	
	Servicios e infraestructura	Demanda de insumos y servicios.	
		Infraestructura.	

Fuente: SECIRA, 2019.

### MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS.

La matriz de identificación de impactos permite identificar las interacciones que tendrá una actividad con cada uno de los elementos del ambiente, identificando si puede o no generar un impacto; cada interacción constituye la primera hipótesis de las posibilidades de impacto ambiental:

**Tabla V. 14.** Posibles Interacciones entre las Actividades y Atributos Ambientales del proyecto.

TOTAL, DE ACTIVIDADES DEL PROYECTO.	TOTAL, DE ATRIBUTOS AMBIENTALES.	TOTAL, DE INTERACCIONES.
20 actividades.	24 elementos.	480

Fuente: SECIRA, 2019.

Dado lo anterior, a continuación, se presentan las siguientes matrices realizadas, con las interacciones de impactos identificados, así como la evaluación, ponderación y descripción de estos. De manera complementaria, se presentan los cuadros con la base de la calificación de diez criterios, donde se evalúa de manera cuantitativa la presencia del impacto sobre los factores físicos, biológicos y socioeconómicos. De esta forma se incluyen por cada etapa y obra o actividad, los siguientes productos:

- ✓ Matriz de identificación de impactos, que incluye solo la interacción entre las actividades del proyecto y los atributos del medio.
- ✓ Cuadro de evaluación del impacto, donde se utilizan diez criterios, con valores de 0 a 2, negativos y positivos, que se asignan a las 10 categorías respectivas de los impactos ambientales.

Al final de cada evaluación, se pondera el rango en el que se presenta el impacto, y se relaciona la sumatoria de la evaluación con la siguiente clasificación de los impactos identificados.

**Tabla V. 15.** Categorías de los impactos identificados en la matriz de ponderación.

IMPACTO BAJO	IMPACTO MEDIO	IMPACTO ALTO
5-10	11-16	17-22

Fuente: SECIRA, 2019.

### IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS.

La identificación de los impactos ambientales se hace a partir de la matriz de interacción entre las actividades del proyecto con los elementos de afectación del medio natural y socioeconómico. Se identificaron un total de 225 impactos ambientales o "interacciones", distribuidos de la siguiente forma:

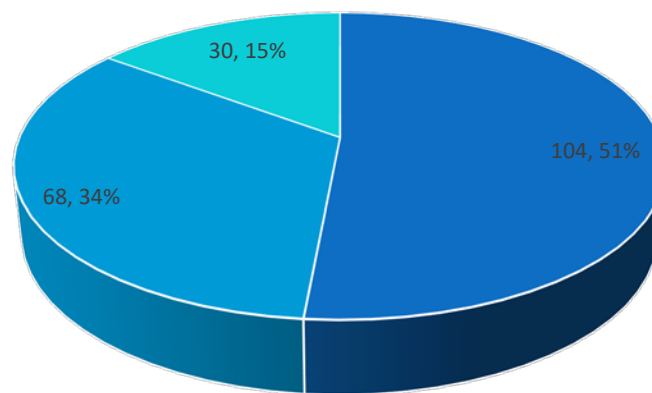
**Tabla V. 16.** Distribución de los Impactos por etapa.

ETAPA	NUMERO DE IMPACTOS IDENTIFICADOS	PORCENTAJE
Preparación del sitio	104	51.49%
Etapa de Construcción	68	33.66%
Etapa de Operación y Mantenimiento	30	14.85%
<b>TOTAL</b>	<b>202</b>	<b>100.0</b>

Fuente: SECIRA, 2019.

La siguiente gráfica resume estos valores, así como la distribución de los impactos por cada etapa del proyecto:

**Gráfica V. 1.** Distribución de los Impactos por etapa.



■ Preparación del sitio   ■ Construcción   ■ Operación y Mantenimiento

Fuente: SECIRA, 2019.



Tabla V. 17. Matriz ponderada de impactos ambientales.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL CAMINO: E.C. (TLAPA-MARQUELIA) - ILIATENCO, TRAMO: DEL KM 0+000 AL KM 5+000, EN LOS MUNICIPIOS DE MALINALTEPEC E ILIATENCO, EN EL ESTADO DE GUERRERO.			Preparación del Sitio									Construcción.						Operación y Mantenimiento.				TOTAL, FINAL.						
			1. Desmonte y Despalme.	2. Nivelación y Compactación.	3. Excavaciones	4. Movimiento de tierras (producto del despalme)	5. Operación de maquinaria pesada.	6. Transporte de materiales, personal y equipo.	7. Generación y Manejo de residuos.	8. Instalación de infraestructura de apoyo provisional.	9. Trabajo y presencia humana en campo.	TOTAL.	10. Conformación de terracerías.	11. Planta de asfalto para subbase y base, incluye liga de sello.	12. Operación de maquinaria pesada.	13. Transporte de materiales, personal y equipo.	14. Generación y Manejo de residuos.	15. Desmantelar infraestructura de apoyo provisional.	16. Trabajo y presencia humana en campo.	TOTAL.	17. Limpieza y mantenimiento (vialidades, cunetas, derecho de vía).		18. Señalamientos	19. Generación y Manejo de residuos.	20. Transporte de materiales, personal y equipo.	TOTAL.		
MEDIO NATURAL	ABIÓTICO	Geología	1 Material Geológico	1		1												2	1	1					0	4		
			2 Estabilidad		1	1														2	1	1					0	4
		Geomorfología	3 Relieve	1		1														2		1					0	3
			4 Denudación	1	1	1	1	1	1											6		1	1	1		1	0	10
			5 Movimientos de material	1	1	1	1													4		1					0	5
		Suelo	6 Erodabilidad del suelo	1			1				1									3	1						0	5
	7 Contaminación					1	1	1	1		1			1	1	1		1	5	1		1	1		1	2	12	
	Hidrología superficial	8 Calidad del agua	1	1	1				1										4	1	1					3	9	
	Aire	9 Polvos	1	1	1	1	1	1		1	1					1	1		8		1	1	1			1	14	
		10 Gases	1	1	1	1	1	1											6		1	1	1			1	10	
		11 Ruido	1	1	1	1	1				1	1		1	1		1	1	7		1	1	1			0	12	
BIÓTICO	Vegetación	12 Comunidades vegetales	1							1								2						1		0	3	
		13 Hábitat	1																1							0	1	
	Fauna	14 Comunidades faunísticas	1	1	1	1					1						1		5	1	1				1	2	10	
15 Hábitat		1		1						1							1	4	1	1					1	8		
Paisaje	16 Estética	1	1	1	1			1	1	1				1		1		7		1				1	2	12		
SOCIOECONÓMICO	SOCIAL	Uso del suelo	17 Uso potencial del suelo	1	1	1				1					1			4	1	1	1				2	10		
			18 Uso actual del suelo		1				1								1			2						2	5	
	Salud y seguridad social	19 Riesgo de accidentes	1	1	1	1	1	1							1	1	1		6		1	1	1			2	12	
		20 Calidad de vida	1	1				1		1									4		1		1			2	8	
	ECONÓMICO	Directo	21 Generación de empleo	1	1	1	1	1	1	1	1				1	1	1	1	9	1	1	1	1	1		1	6	19
			22 Consumo de bienes y servicios locales	1	1			1	1	1	1	1				1	1	1	1	7	1	1	1	1	1		3	16
			23 Recaudación fiscal	1	1				1						1					3					1		1	5
Indirecto	24 Desarrollo urbano						1						1			1		1					1		2	5		

Fuente: SECIRA, 2019.

Con respecto con el análisis y la evaluación del nivel de fragmentación para la presente modernización de camino, se exhibe lo siguiente: De acuerdo con los Conjuntos de Datos Vectoriales de Uso del Suelo y Vegetación, Escala 1:250 000 Serie VI, el Sistema Ambiental Regional del trazo del proyecto cuenta con una superficie total de 1,151.04 hectáreas, de las cuales de acuerdo con la carta del INEGI Serie VI, la mayor parte de su superficie corresponde con bosque de pino-encino, es decir el 86.62% del total, lo cual es equivalente a 997.05 hectáreas, en segundo lugar se ubica la vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino con un 13.38%, que es igual a 153.99 hectáreas, este tipo de vegetación se localiza en la parte extrema oriente del SAR. Estos datos se pueden apreciar en la siguiente tabla y en la subsecuente imagen:

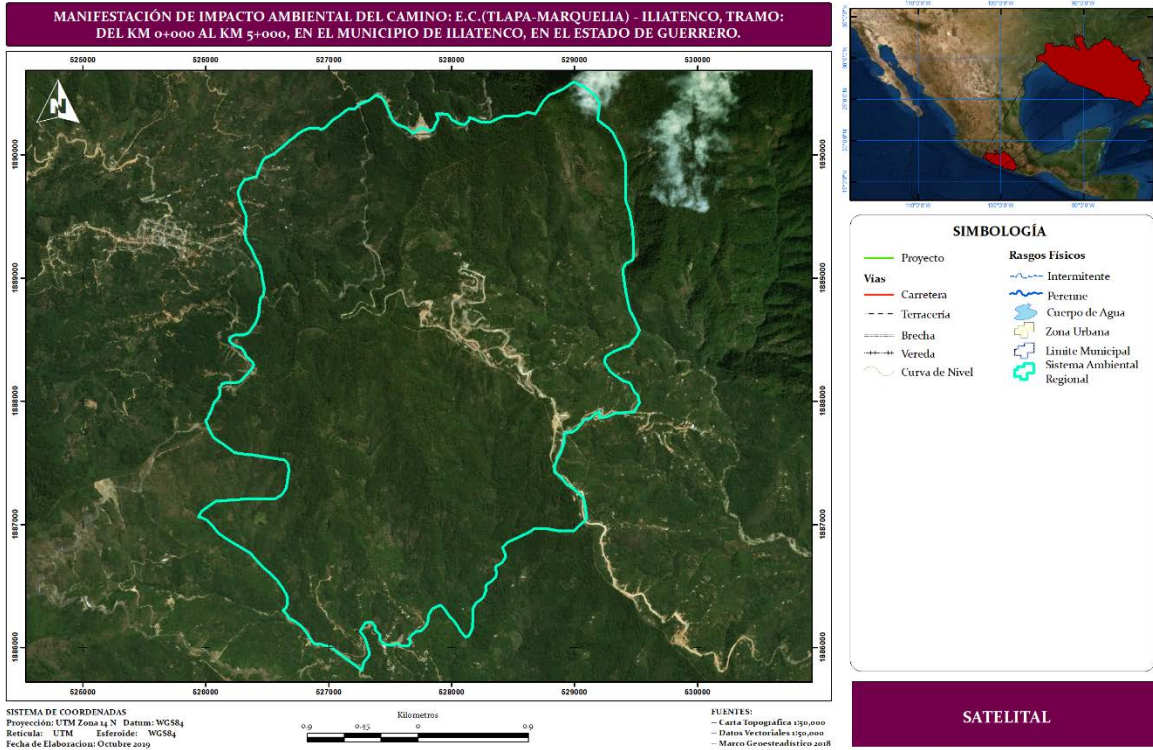
**Tabla V. 18.** Uso de Suelo y Vegetación Presentes en el Sistema Ambiental Regional (INEGI, 2015).

Clave	Uso de suelo y/o vegetación	Área (has)	Porcentaje (%)
BPQ	Bosque de pino-encino	997.05	86.62%
VSa/BPQ	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	153.99	13.38%
<b>TOTAL</b>		<b>1151.04</b>	<b>100.00%</b>

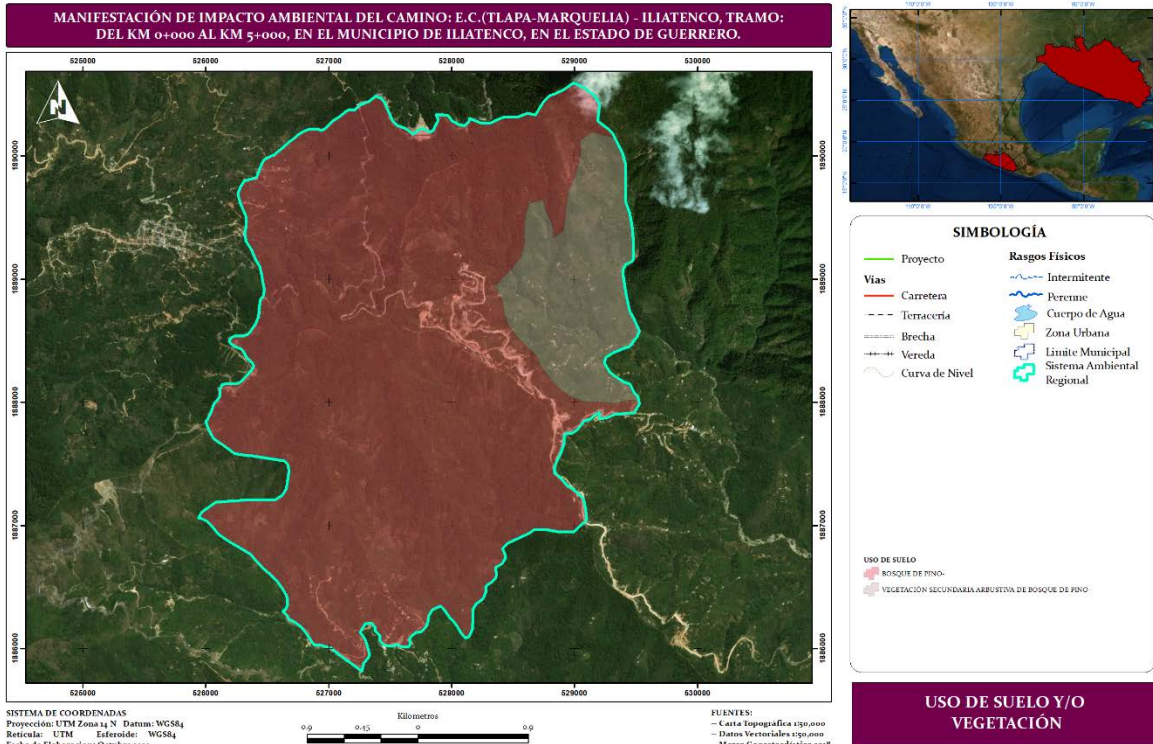
Fuente: SECIRA, 2019.

Para el presente análisis de fragmentación se tomará en cuenta la superficie del Sistema Ambiental Regional que ocupan los fragmentos de la vegetación de bosque de coníferas que prevalece ante las condiciones de uso de suelo y reducción del hábitat por actividades antropogénicas como la construcción de caminos que amenazan el territorio de los Municipios de Malinaltepec e Iliatenco y por consiguiente al SAR. Además de las zonas que muestran cierto dosel de vegetación introducida y/o relictos. Es decir, se trata de los fragmentos de hábitat prevalecientes en el cual el encuentro entre dos animales de la misma especie puede ocurrir. Ahora bien, el paisaje presenta fragmentación antropogénica causada principalmente por los caminos de tipo brecha y vereda, y las carreteras pavimentadas y de terracería existentes, que sirven de conexión entre las localidades de alrededores, mismas que incrementan la fragmentación del paisaje, las cuales son un importante factor de fragmentación del paisaje. La superficie total de hábitat adecuado en donde el encuentro entre las especies animales puede ocurrir es igual a 1,151 hectáreas del bosque de coníferas que prevalece en el Sistema Ambiental. En las siguientes imágenes se puede verificar el estado de fragmentación que prevalece en el Sistema Ambiental Regional:

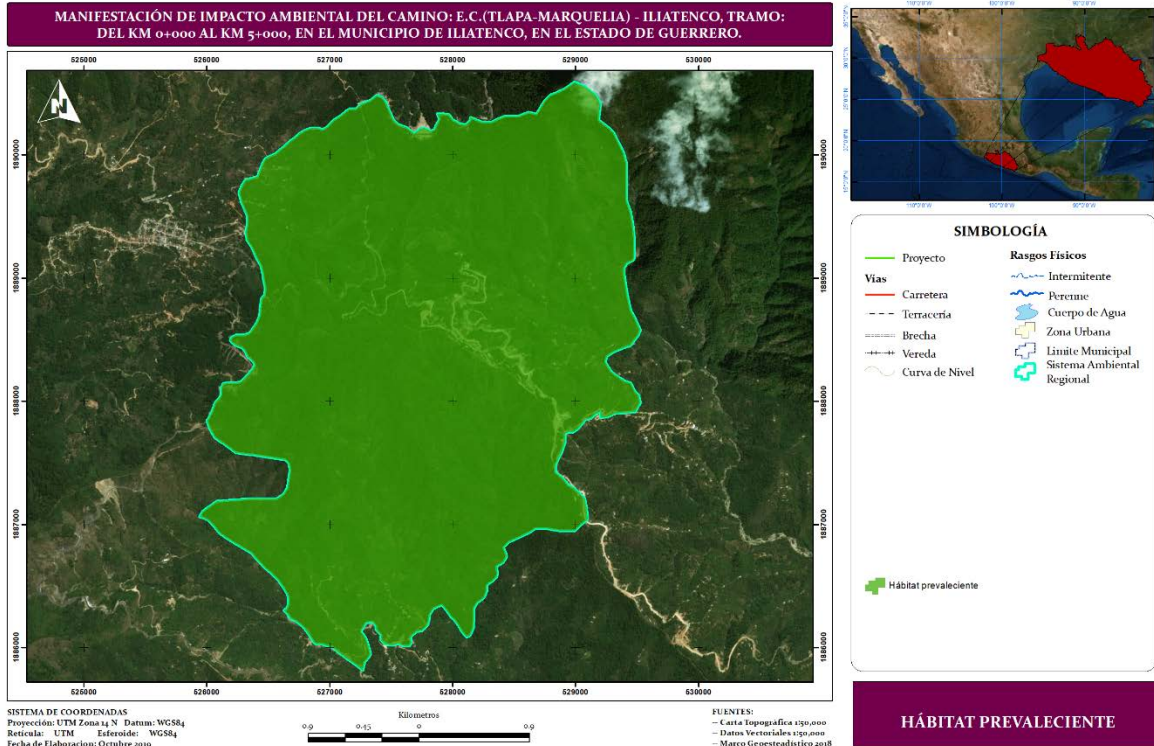
**Imagen V. 1.** Paisaje existente sin usos de suelo y vegetación antes del ingreso del trazo del proyecto.



**Imagen V. 2.** Paisaje existente con usos de suelo y vegetación antes del ingreso del proyecto.



**Imagen V. 3.** Fragmentos de hábitat prevalecientes en que el encuentro entre dos animales de la misma especie pueda ocurrir.



Fuente: SECIRA, 2019.

Una vez ingresados los elementos que fragmentan el paisaje dentro del Sistema Ambiental Regional, se obtienen un total de 9 fragmentos (referirse a la siguiente imagen). Para el presente análisis se escogieron las infraestructuras lineales (caminos de tipo brecha y vereda y las carreteras pavimentadas y de terracería), en cuanto a los elementos de origen antropogénico que han fragmentado el paisaje en el transcurso del tiempo. Es decir que en nuestro proyecto la vegetación prevaleciente de bosque de coníferas en diferentes estados de sucesión complementa el paisaje en el que se pueden encontrar dos animales de la misma especie, esto a sabiendas de que esto es prerequisite para la persistencia de las poblaciones animales.

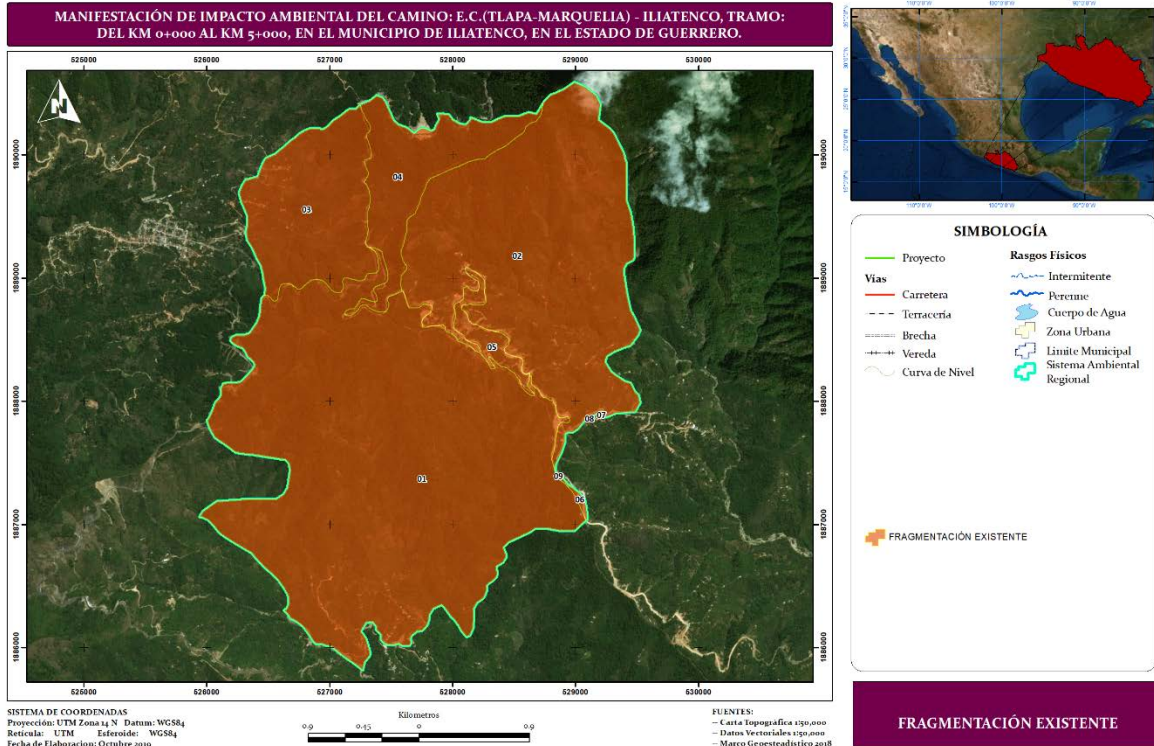
**Fotografía V. 1.** Fotografías aéreas del proyecto. Fotografía



En las fotografías aéreas anteriores capturadas mediante vehículo aéreo no tripulado (dron) durante la visita de campo, evidencian los elementos antropogénicos que fragmentan el hábitat prevaleciente, es decir las vías de comunicación, los caminos de tipo brecha y vereda, y carreteras pavimentadas y de terracería, que disminuyen la cantidad y calidad de hábitat; aumentan la mortalidad debido a que impiden el acceso a los recursos en el otro lado del camino; y subdividen las poblaciones animales en fracciones más pequeñas y más vulnerables. Además, se presentan las zonas rurales que impiden el libre movimiento de especies animales dentro del hábitat.

Fuente: SECIRA, 2019.

**Imagen V. 4.** Fragmentación existente en el Sistema Ambiental Regional antes del proyecto.



Fuente: SECIRA, 2019.

Esto puede interpretarse como la probabilidad de dos animales de la misma especie, colocados en diferentes lugares en algún lugar de la región, de que puedan encontrarse entre sí, sin tener que cruzar una barrera tal como una carretera, área urbana, o un río principal. Por lo tanto, esto indica la habilidad de los animales de moverse libremente en el paisaje sin encontrarse con tales barreras. Si uno de los puntos (o ambos) se encuentra dentro de un elemento del paisaje fragmentado, por ejemplo, un área urbana, éste está separado de todos los demás puntos. Recordemos que esto es una condición previa para la sobrevivencia de una población. De acuerdo con los datos obtenidos en el cálculo de las diferentes medidas de fragmentación se tiene un grado de coherencia de 37.15%, es decir que la probabilidad de que dos animales de la misma especie colocados en áreas diferentes en algún lugar prevaeciente se encuentren sí dentro de algún fragmento de la vegetación natural es bajo, y por consiguiente se presenta un grado de división del paisaje alto con el 62.85%. Por otro lado, el fragmento que presenta mayor probabilidad de que el encuentro entre dos animales de la misma especie ocurra, es el fragmento 01 (superficie = 600.285 hectáreas) con el 27.19%, mientras que el fragmento con menor probabilidad es el fragmento 09, que presentan probabilidades muy cercanas a cero (0.000000037%), en otras palabras, la conectividad en este fragmento es muy baja. En cuanto al *tamaño efectivo de la malla* es igual a 427.61 hectáreas, lo cual sugiere que se presenta una probabilidad baja de que dos puntos seleccionados al azar en la zona estén conectados, sin estar separados por barreras tales como vías de comunicación.

Toda vez que el índice de división S (SPLI) arrojó lo siguiente el siguiente resultado: 2.69, lo cual es igual a decir que se deben obtener 2.69 fragmentos si se divide el área total del paisaje entre el tamaño efectivo de la malla (1151.04 has/427.61 has). En tanto que el número de “mallas” por unidad de área está dado por la densidad de división de la malla: 0.0023/ha o lo que es más conveniente 2.3 mallas por cada 1000 ha (lo cual es simplemente una cuestión de cuántas veces el tamaño efectivo de la malla encaja en un área de 1000 ha), mientras que el producto del tamaño efectivo de la malla,  $m$ , y el área total de la región, es decir el producto neto (N) es igual a 492190.32 ha<sup>2</sup>.

Todo esto se puede verificar en las siguientes tablas:

**Tabla V. 19.** Cálculo de las medidas de fragmentación del hábitat antes del proyecto.

FRAGMENTACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

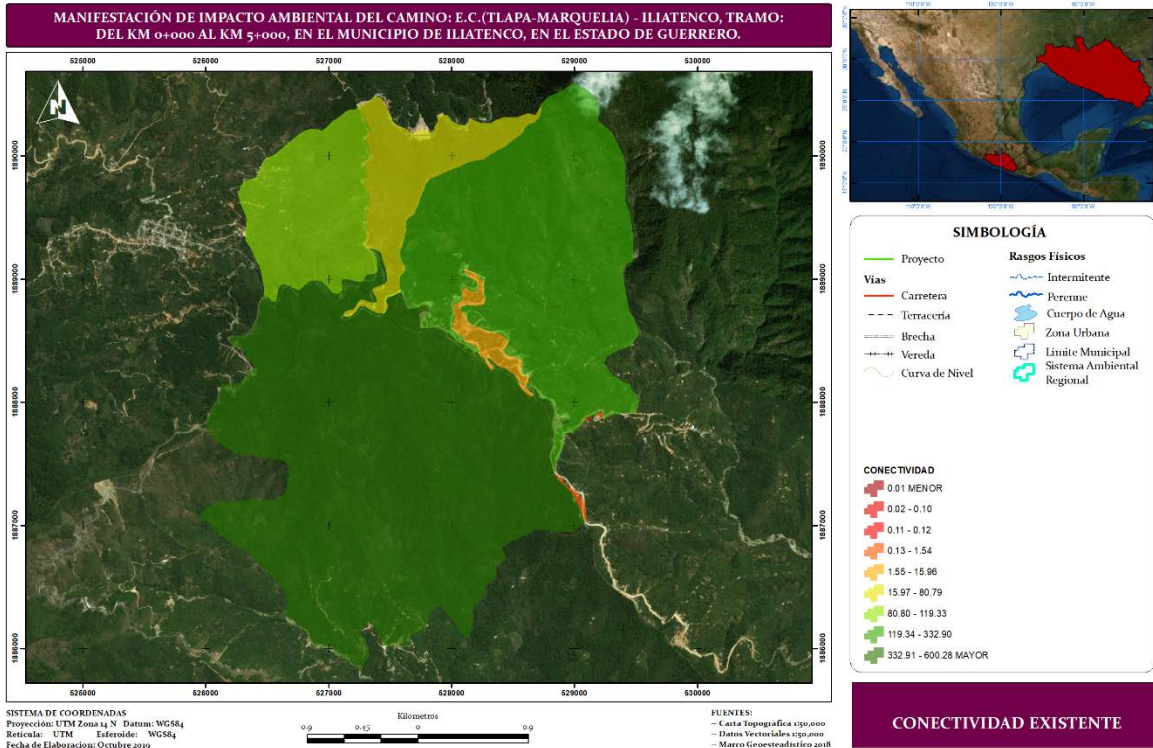
Fragmento número	Área por fragmento (ai) (ha)	Área total (at) (ha)	(ai/at) <sup>2</sup>	C Grado de coherencia %	D Grado de división del paisaje %	(ai) <sup>2</sup>	(at) <sup>2</sup>	S Índice de división	MSIZ Tamaño efectivo de la malla (ha)	s Densidad de división (1/ha)	N Producto neto (ha <sup>2</sup> )
01	600.285	1151.04	0.271978864	37.15%	62.85%	360341.966	1324889.59	2.69	427.61	0.0023	492190.32
02	332.903		0.083648149			110824.5619					
03	119.329		0.01074757			14239.34389					
04	80.793		0.004926798			6527.463928					
05	15.956		0.000192151			254.5792886					
06	1.542		1.79511E-06			2.378322237					
07	0.119		1.07503E-08			0.01424299					
08	0.105		8.30117E-09			0.010998136					
09	0.007		3.66153E-11			4.85112E-05					

Fuente: SECIRA, 2019.

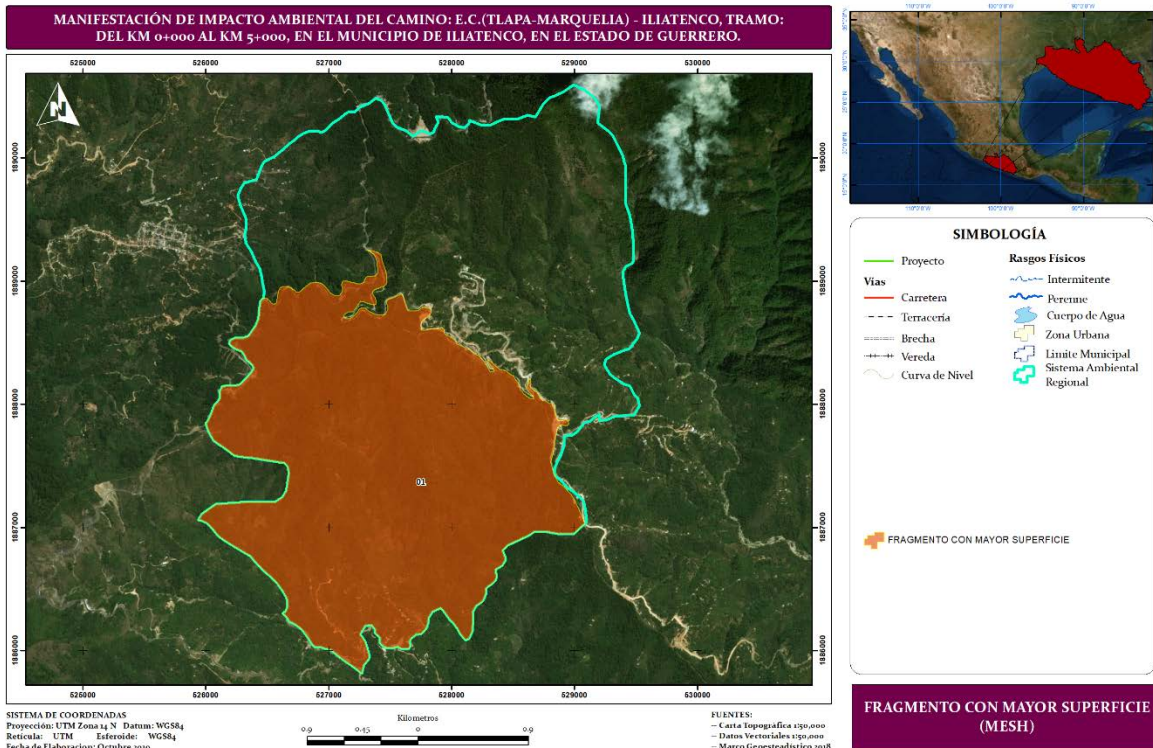
En la siguiente imagen se puede observar el nivel de conectividad que existe actualmente en el hábitat prevaleciente, donde el color rojo indica la menor conectividad y el color verde fuerte la mayor conectividad, la cual se presenta al noreste del Sistema Ambiental. En la subsecuente imagen se muestra el fragmento 01 que presenta la mayor superficie (600.285 hectáreas) y con menor fragmentación a causa de barreras antropogénicas, por lo tanto, presenta la mayor probabilidad de que entre dos animales de la misma especie ocurra en nuestro paisaje (mayor conectividad), es decir el 27.98% (fragmento 01):



**Imagen V. 5.** Conectividad existente en el Sistema Ambiental Regional antes del proyecto.



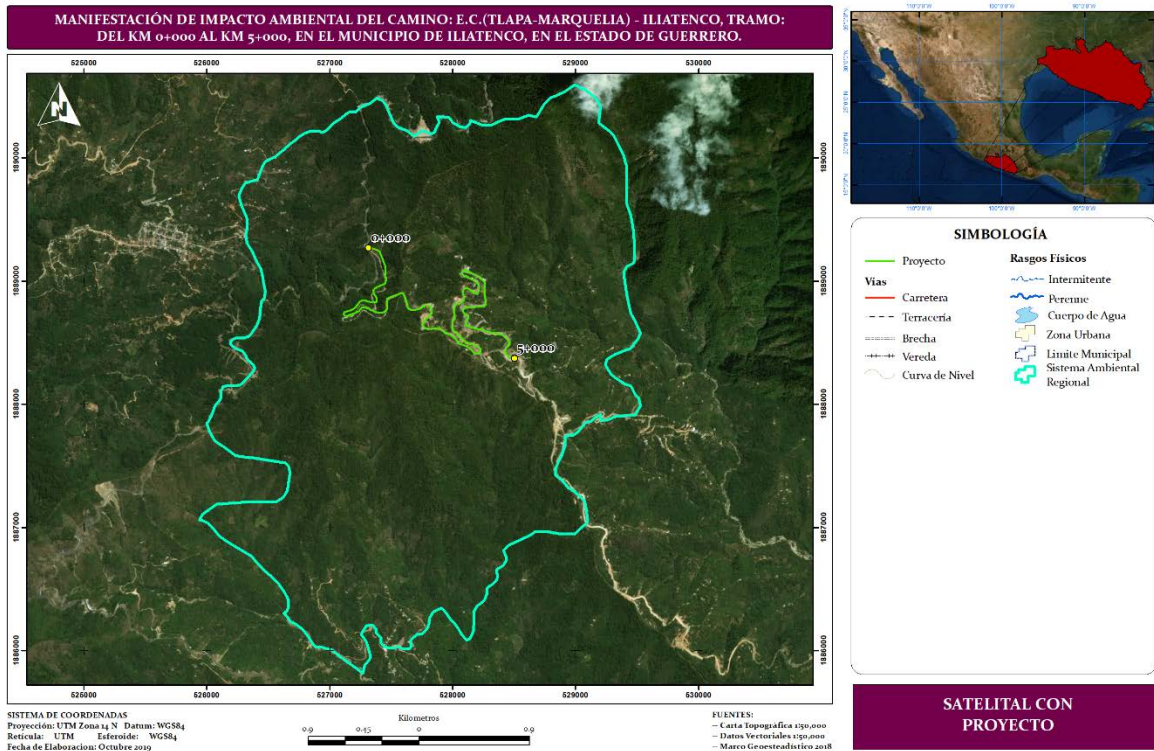
**Imagen V. 6.** Fragmento con el mayor valor de tamaño efectivo de la malla (mesh) antes de ingresar el proyecto.



Fuente: SECIRA, 2019.

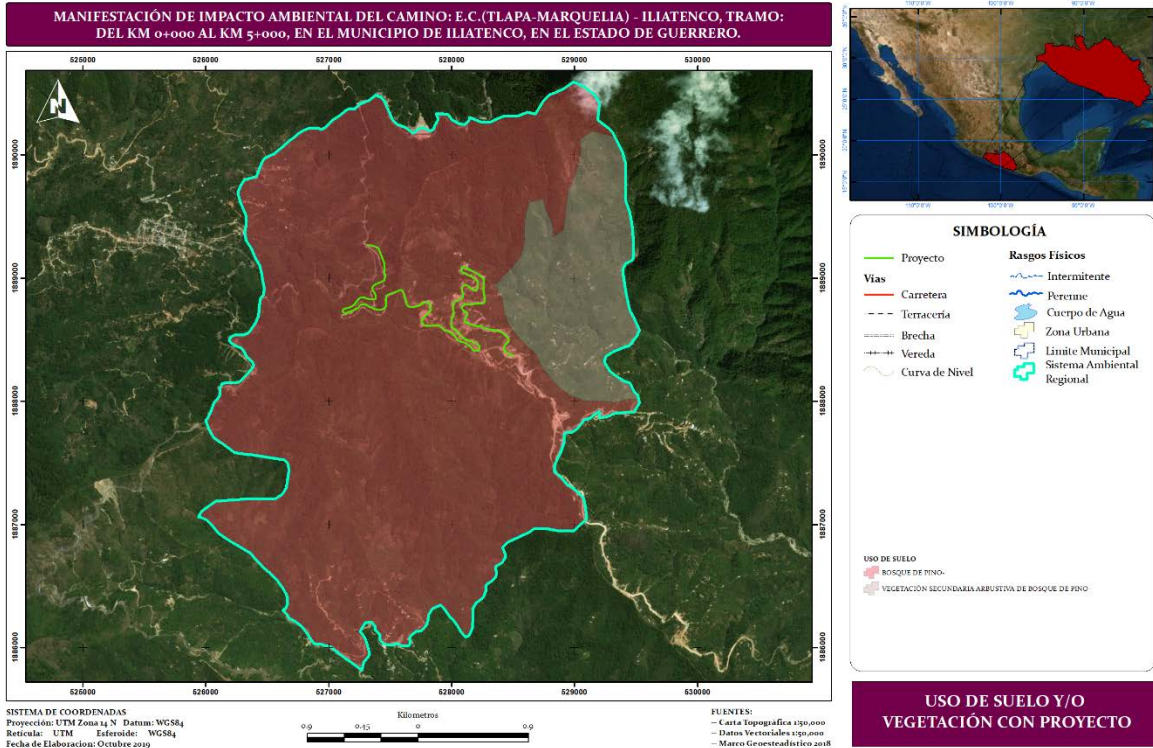
La siguiente figura muestra el trazo del proyecto una vez ingresado dentro del Sistema Ambiental Regional, recordar que se trata únicamente del mejoramiento del camino de terracería existente, para otorgar una mayor seguridad y comodidad a la circulación vehicular.

**Imagen V. 7.** Paisaje existente sin usos de suelo y vegetación una vez ingresado el trazo del proyecto.

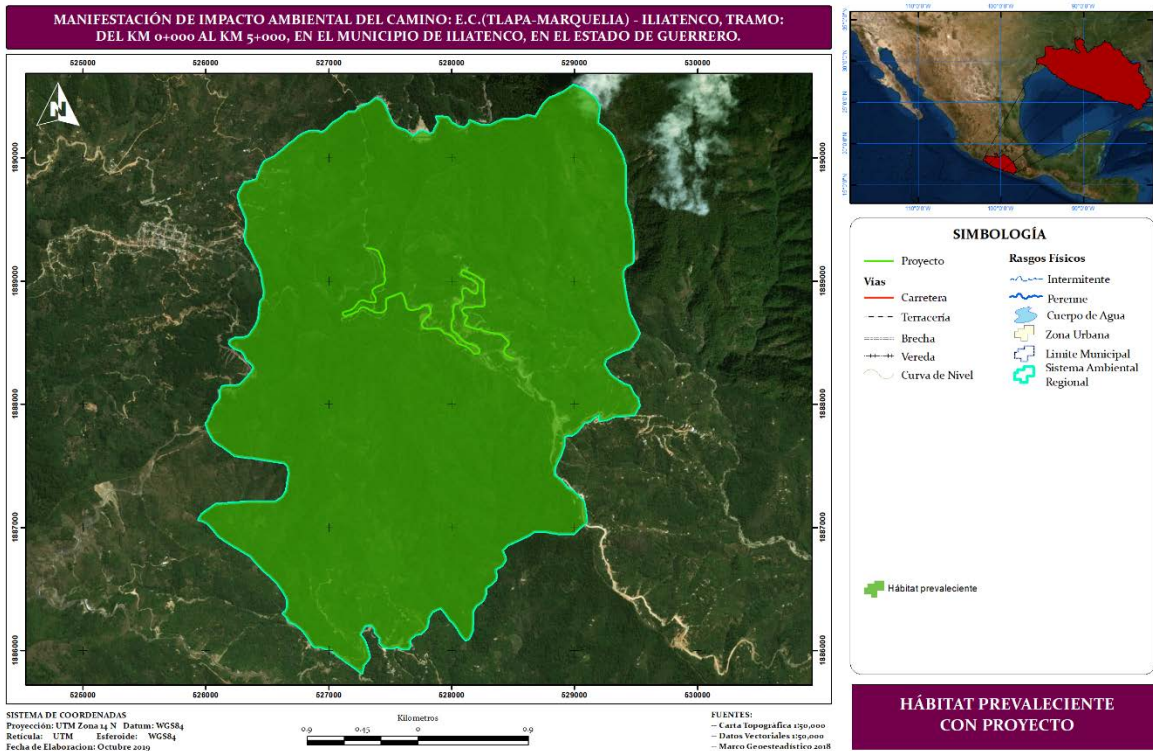


Fuente: SECIRA, 2019.

**Imagen V. 8.** Paisaje existente con usos de suelo y vegetación una vez ingresado el trazo del proyecto.



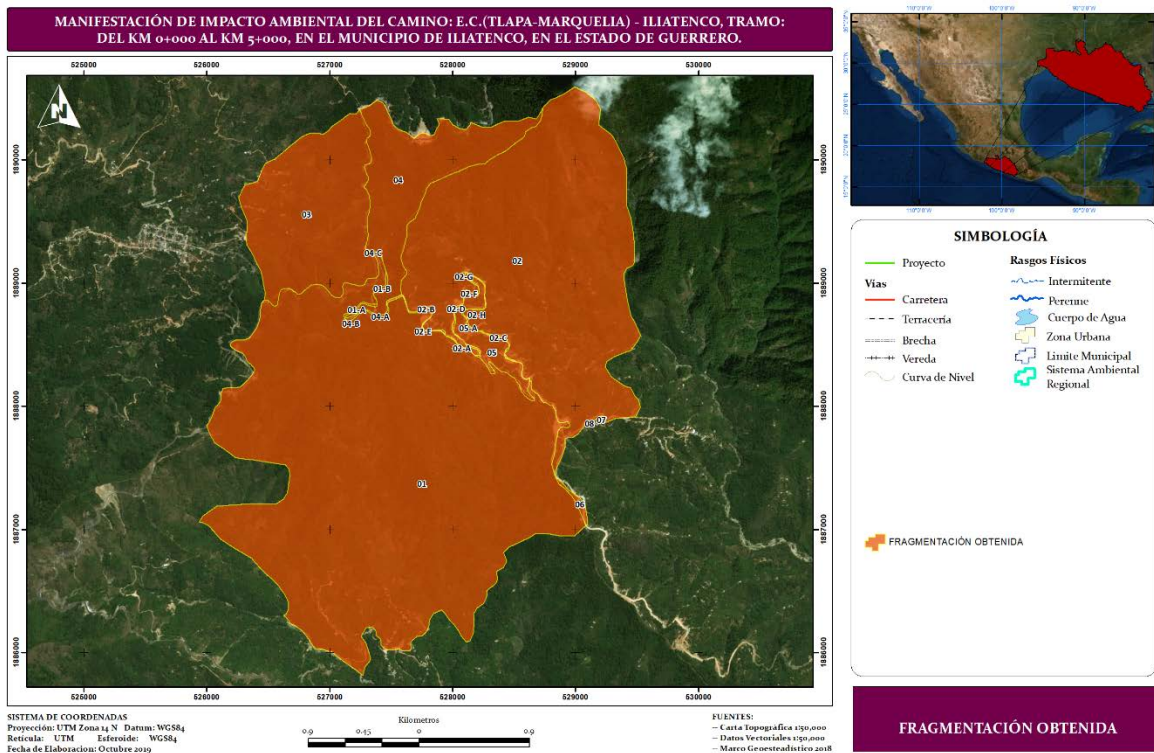
**Imagen V. 9.** Hábitat prevaleciente con el trazo del proyecto.



Fuente: SECIRA, 2019.

Los análisis de fragmentación una vez ingresado el proyecto indican un grado de coherencia de 36.97%, lo cual es similar a decir que existe una baja probabilidad de que dos animales de la misma especie colocados en áreas diferentes en algún lugar en la región de investigación puedan encontrarse entre sí, es decir que gestos dos animales se encuentren dentro del mismo fragmento. Bajo el entendido de que la posibilidad de que dos animales se encuentren entre sí es una condición previa para la sobrevivencia de una población. Mientras que el fragmento con mayor grado de coherencia es el fragmento 01 con 27.11%, con una superficie de 599.359 hectáreas; mientras que los fragmentos con menor grado de coherencia son los fragmentos 08 y 09. En cuanto al resultado del cálculo del grado de división del paisaje (D) nos indica un 63.03%, en otras palabras, la probabilidad de que dos lugares escogidos estocásticamente en el paisaje bajo investigación *no* estén situados en la misma área no seccionada es alta. En tanto que el índice de división S (SPLI) arrojó el siguiente resultado 2.70, lo cual es igual a decir que se obtienen 2.70 parches cuando se divide el área total del paisaje entre el tamaño efectivo de la malla (1150.51 has/425.74 has.). En lo que respecta al tamaño efectivo de la malla (MSIZ) el resultado fue de 425.74 hectáreas, lo que señala que el fragmento 01 presenta mayor conectividad, es decir que es el fragmento con menores barreras tales como caminos de tipo brecha y vereda, y carreteras pavimentadas y de terracería. En tanto que el número de “mallas” por unidad de área está dado por la densidad de división: 0.0023/ha o lo que sería más conveniente 2.3 mallas por cada 1000 ha, mientras que el producto del tamaño efectivo de la malla, *m*, y el área total de la región, es decir el producto neto (N) es igual a 489821.46 ha<sup>2</sup>. Esto se puede corroborar en la siguiente imagen y tabla:

**Imagen V. 10.** Fragmentación obtenida una vez ingresado el proyecto.



Fuente: SECIRA, 2019.

**Tabla V. 20.** Cálculo de las medidas de fragmentación del paisaje una vez ingresado el trazo del proyecto.

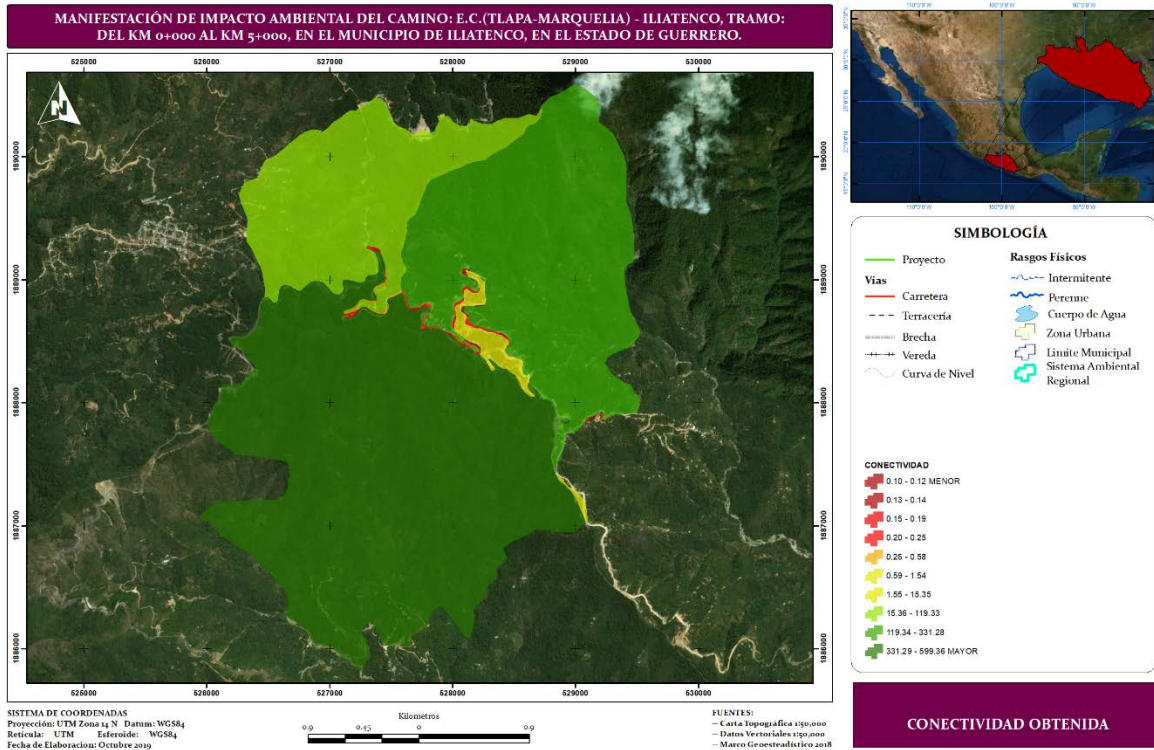
**FRAGMENTACIÓN OBTENIDA UNA VEZ INGRESADO EL TRAZO DENTRO DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL**

Fragmento número	Área por fragmento (ai) (ha)	Área total (at) (ha)	(ai/at) <sup>2</sup>	C Grado de coherencia %	D Grado de división del paisaje %	(ai) <sup>2</sup>	(at) <sup>2</sup>	S Índice de división	MSIZ Tamaño efectivo de la malla (ha)	s Densidad de división (1/ha)	N Producto neto (ha <sup>2</sup> )
01	599.359	1150.51	0.271140368	36.97%	63.03%	359231.0515	1323664.78	2.70	425.74	0.0023	489821.46
01-A	0.445		1.49387E-07			0.197921773					
01-B	0.390		1.15051E-07			0.152430119					
02	331.278		0.082833229			109744.8827					
02-A	0.246		4.56777E-08			0.060517968					
02-B	0.233		4.08357E-08			0.05410276					
02-C	0.185		2.59268E-08			0.034350174					
02-D	0.225		3.83164E-08			0.050765047					
02-E	0.181		2.47312E-08			0.032766068					
02-F	0.159		1.89733E-08			0.025137468					
02-G	0.133		1.33012E-08			0.017622563					
02-H	0.108		8.83133E-09			0.011700533					
03	119.329		0.01074757			14239.34389					
04	79.794		0.004805804			6367.159517					
04-A	0.575		2.49975E-07			0.331189891					
04-B	0.246		4.54911E-08			0.060270741					
04-C	0.160		1.92485E-08			0.025502174					
05	15.346		0.000177753			235.5024476					
05-A	0.202		3.08975E-08			0.04093581					
05-B	0.139		1.46014E-08			0.019345194					
06	1.542	1.79511E-06	2.378322237								
07	0.119	1.07503E-08	0.01424299								
08	0.105	8.30117E-09	0.010998136								
09	0.007	3.66153E-11	4.85112E-05								

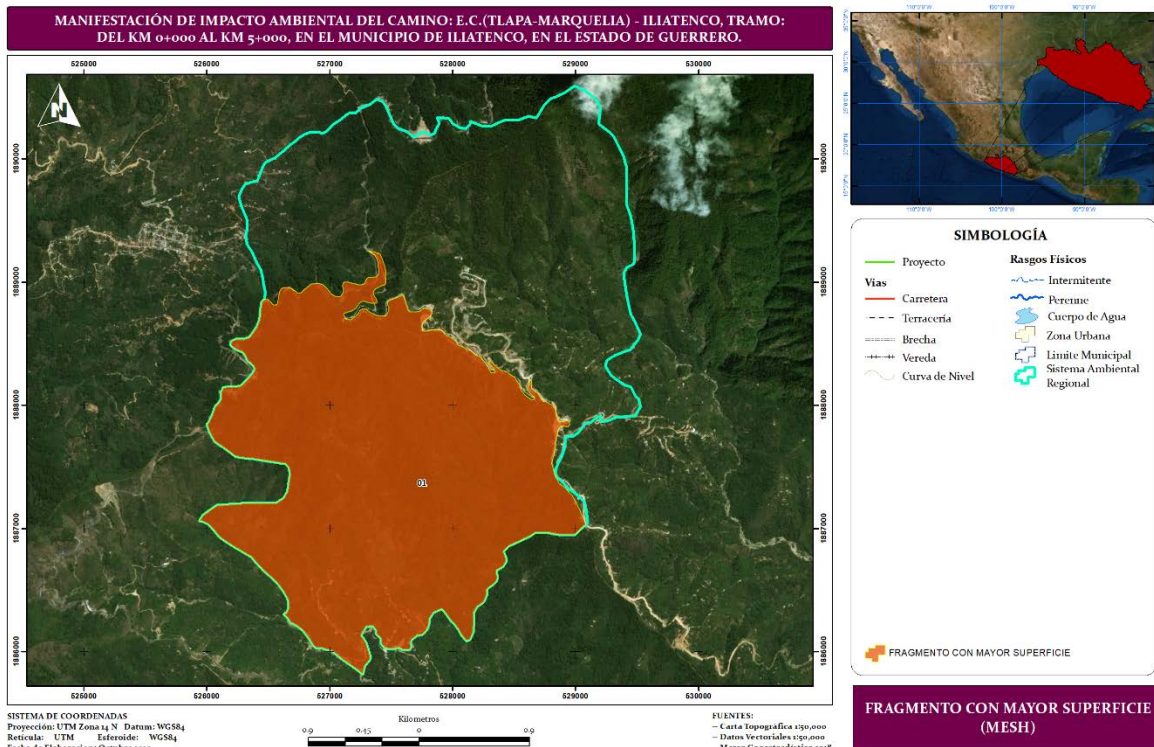
Fuente: SECIRA, 2019.

En el primer mapa se puede observar el nivel de conectividad obtenido una vez ingresado el trazo del proyecto, en el que se aprecia una menor conectividad en el centro del hábitat prevalectante. En la subsecuente imagen se muestra el fragmento que presenta el mayor valor del tamaño efectivo de la malla, es decir el fragmento que contiene mayores probabilidades de que el encuentro entre dos animales de la misma especie ocurra (fragmento 01):

**Imagen V. 11.** Conectividad obtenida una vez ingresado el proyecto.



**Imagen V. 12.** Fragmento con mayor valor de tamaño efectivo de la malla una vez ingresado el proyecto.



Fuente: SECIRA, 2019.

La siguiente tabla nos muestra las condiciones de fragmentación que imperan en el Sistema Ambiental Regional antes del proyecto, y la fragmentación que se genera por el ingreso del trazo del proyecto. En ella podemos apreciar que, el grado de coherencia permanece prácticamente constante, es decir se pasa del 37.15% al 36.97%, es decir que la probabilidad de que dos animales de la misma especie colocados en áreas diferentes en algún lugar en la región de investigación puedan encontrarse entre sí es un 0.18% más baja de lo que era antes del proyecto. Esto es igual a decir que la conectividad en el ecosistema disminuye al ingresar el proyecto, pero no de manera significativa. En lo que respecta al grado de división del paisaje (D) aumenta un 0.18% una vez ingresado el proyecto, en otras palabras, la probabilidad de que dos lugares escogidos estocásticamente en el paisaje bajo investigación *no* estén situados en la misma área no seccionada permanece prácticamente constante. Para el caso del tamaño efectivo de la malla (msiz) pasa de 427.61 hectáreas a 425.74 hectáreas, es decir se reduce el msiz 1.86 hectáreas, con lo cual se aumenta la fragmentación del hábitat prevaleciente, aunque no de manera significativa. Lo mismo ocurre con el resto de las medidas de fragmentación, lo cual obedece a que, el proyecto únicamente se trata de la modernización de camino, pero que no aumentarán la fragmentación existente en los fragmentos de hábitat prevalecientes (bosque de coníferas en distintos estados de sucesión). En la siguiente tabla se pueden observar las comparaciones de fragmentación antes del proyecto y una vez ingresado el proyecto:

**Tabla V. 21.** Comparación de las medidas de fragmentación antes del proyecto y a su ingreso.

Hábitat prevaleciente de bosque de coníferas	Número de fragmentos obtenidos	C Grado de coherencia %	D Grado de división del paisaje %	S Índice de división	msiz Tamaño efectivo de la malla (ha)	s Densidad de división (1/ha)	N Producto neto (ha2)
Antes del ingreso del trazo del proyecto	9	37.15%	62.85%	2.69	427.61	0.0023	492190.32
Una vez ingresado el trazo del proyecto	24	36.97%	63.03%	2.70	425.74	0.0023	489821.46

Fuente: SECIRA, 2019.

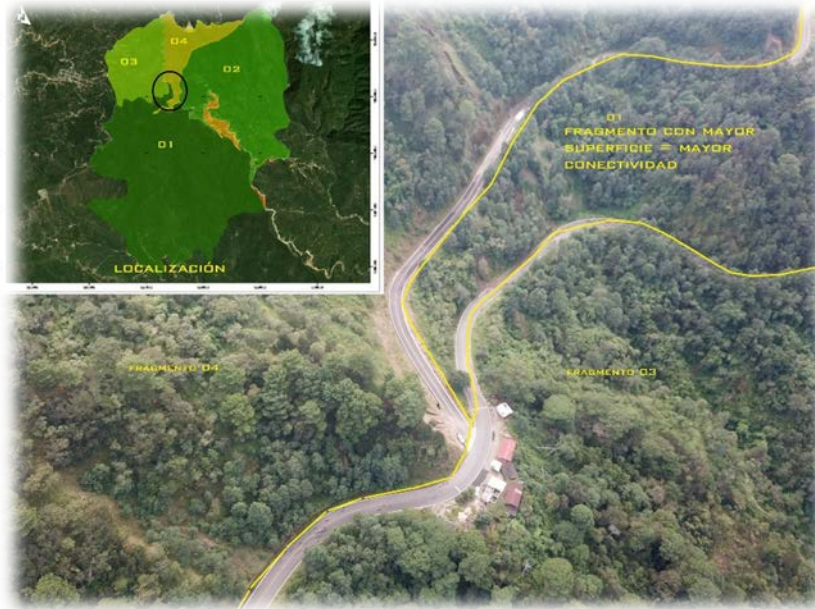
El objetivo de ponderar la fragmentación del paisaje existente en el Sistema Ambiental Regional antes del proyecto y evaluar nuevamente con el ingreso del proyecto es, para profundizar en los procesos ecológicos asociados a los movimientos de las especies, tales como forrajeo, dispersión, conectividad genética, y dinámica de poblaciones. Por último, se concluye que la zona presenta un alto grado de división del paisaje en el mosaico prevaleciente, esto a causa de los caminos de tipo brecha y vereda, y las carreteras pavimentadas y de terracería, dichos elementos se ha demostrado que impiden el libre tránsito de las especies animales a lo largo y ancho del lugar. Como podemos observar en los resultados obtenidos no existe cambio más significativo alguno producido por la obra, una vez ingresada a la modelación, toda vez que la modernización seccionará más el hábitat existente, aunque no de manera significativa. Amén de que, el fragmento con mayor conectividad no presentará una mayor fragmentación (esto se puede comprobar en las siguientes imágenes), lo cual es importante para la preservación de las especies animales. Cabe señalar que las comunidades vegetales y las obras de drenaje aumentan la conectividad, ya que éstas pueden servir como pasos y rutas de fauna, amén de las medidas de prevención y/o mitigación implementadas, es decir reducirán considerablemente el impacto causado por el ingreso del proyecto propuesto.

**Fotografía V. 2.** Modernización de camino parte oriente montada sobre fotografía aérea.



Fuente: SECIRA, 2019.

**Fotografía V. 3.** Fragmento con mayor superficie y por consiguiente mayor conectividad.



Fuente: SECIRA, 2019.



### V.2.1. Indicadores de impacto.

Para determinar si alguna de las acciones que están asociadas al proyecto generará un impacto sobre algún elemento constitutivo del ambiente, es necesario establecer los elementos que pudieran resultar afectados. A esos elementos del ambiente que son sensibles a la acción ejercida por diferentes agentes de cambio se les denomina indicadores ambientales.

#### INDICADORES DE IMPACTO.

A continuación, se presenta una serie de índices cuantitativos que permiten evaluar la dimensión de las alteraciones que podrán producirse a consecuencia de la integración del proyecto, donde se ha considerado incluir aquellos que puedan ser representativos, relevantes, medibles y de fácil identificación y seguimiento. Por otra parte, y dado que estos indicadores de impacto varían a lo largo del tiempo, de acuerdo con la etapa en que se encuentra, se presentan para cada fase del proyecto la factibilidad de aplicación, cuyo nivel de detalle y cuantificación se irán evaluando y atendiendo con la medida de mitigación respectiva, al momento del desarrollo del proyecto.

**Tabla V. 22.** Índices Cuantitativos para el seguimiento de los impactos ambientales.

FACTOR AMBIENTAL ATENDIDO	INDICADOR DE IMPACTO AMBIENTAL	ETAPA			
		PREPARACIÓN	CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN	MANTENIMIENTO
Relieve e Inestabilidad	Superficie afectada de la geomorfología	X			
Vegetación y Hábitat	Superficie afectada por tipo de cobertura vegetal	X			X
	Volumen reincorporado al suelo como sustrato	X			
	Numero de organismos propagados		X	X	X
	Supervivencia de organismos sembrados			X	X
	Superficie rehabilitada con vegetación local.		X	X	X
Fauna	Número de organismos reubicados	X	X		X
	Numero de madrigueras o nidos rescatados y reubicados.	X	X		X
	Número de cursos de educación y capacitación ambiental	X	X	X	
Suelo	Volumen de suelo almacenado y reutilizado	X	X		
Hidrología Superficial	Numero de eventos que modificaron la calidad del agua superficial	X	X		
	Volumen de partículas sólidas incorporadas a los cauces	X	X		
	Calidad del Agua				X
Seguridad en el transporte	Número de accidentes ocurridos y lugar de incidencia				X
Seguridad e higiene en el trabajo	Número de accidentes laborales por actividad	X	X		

Fuente: SECIRA, 2019.

Como se observa en el cuadro anterior, los Indicadores de Impacto Ambiental seleccionados cubren todos los factores ambientales que se identificaron como susceptibles de sufrir algún tipo de afectación, lo cual permite un monitoreo, valoración y atención a la calidad ambiental de los diferentes atributos y en consecuencia, tener presente la necesidad de dar cumplimiento a las medidas de mitigación precisas para atender y compensar las modificaciones negativas que habrán

de ocurrir por la realización del proyecto. Cabe destacar que los principales indicadores de impacto deben ser atendidos durante la Etapa de Preparación del sitio y en segunda jerarquía durante la etapa de Construcción del proyecto. A continuación, se presentan los elementos ambientales del Sistema Ambiental que fueron considerados como sensibles a la presencia de alguna actividad o condición derivada de la ejecución del proyecto y una breve descripción de estos.

**Tabla V. 23.** Identificación y descripción de los elementos ambientales que pueden resultar afectados por el proyecto.

FACTOR AMBIENTAL DEL SAR	ELEMENTO AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN
Suelo	Características físicas y químicas	Se considera las modificaciones del pH, granulométrica, composición química, etc.
	Grado de erosión	Desgaste superficial por actividades del proyecto; influyendo en su estabilidad en el área de estudio.
Atmósfera	Calidad del Aire	Se evalúan en función de la emisión de gases o partículas a lo largo del desarrollo del proyecto.
	Generación de Ruido	Niveles de ruido asociados a cada actividad.
Hidrología Superficial	Calidad del Agua	Variación en la calidad del agua en el área de estudio debido a actividades del proyecto, así como el cambio que pudiera presentarse en los usos actuales al agua disponible en el área y en el patrón de drenaje existente.
	Usos	
	Patrón de drenaje	
	Disponibilidad del recurso	
Geomorfología	Modificación del relieve	Se evalúan las modificaciones que pudieran sufrir las formas originales del relieve dentro del área de estudio (modificación del relieve).
Flora	Cobertura vegetal	Magnitud de la superficie cubierta por vegetación.
	Diversidad de especies	El número de especies vegetales diferentes presentes dentro del Sistema Ambiental.
	Especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	La existencia de especies vegetales que se encuentren bajo algún estatus de protección especial de acuerdo con esta norma o con alguna disposición internacional, dentro del área de estudio y que pudieran ser afectadas por el desarrollo de las actividades del proyecto.
Fauna terrestre	Patrones de distribución	Las afectaciones que pudieran sufrir alguna modificación de los patrones de distribución de las especies de fauna presentes en el área de estudio y las modificaciones a sufrir la abundancia y diversidad de la fauna.
	Abundancia y Diversidad.	

Fuente: SECIRA, 2019.

### LISTA INDICATIVA DE INDICADORES DE IMPACTO.

En el siguiente cuadro, se detallan los indicadores de impacto ambiental enunciados para el proyecto, incluyendo la forma de evaluación y el comportamiento del indicador en el tiempo.

**Tabla V. 24.** Cuantificación y seguimiento de los indicadores de Impacto ambiental.

INDICADOR DE IMPACTO AMBIENTAL	ELEMENTOS DE EVALUACIÓN
Superficie afectada por tipo de cobertura vegetal.	Cuantificar el número de organismos y posteriormente cuantificar la superficie final afectada por las actividades del proyecto.
Volumen de restos vegetales triturados y reincorporada al suelo como sustrato.	Estimar el volumen de restos de vegetación triturada y adicionada al suelo recuperado, lo cual da como resultado el volumen final reutilizado.
Numero de organismos vegetales propagados.	Considerar el número de especies protegidas o endémicas propagadas, ya sea mediante su propagación vegetativa u otro tipo de germoplasma.
Supervivencia de organismos sembrados.	Desarrollar campañas de revegetación en diferentes espacios, en las áreas verdes, terrenos en recuperación, o de interés ecológico y cuantificar el número de organismos sembrados y tasa de sobrevivencia.
Superficie rehabilitada con vegetación local.	Estimar la superficie rehabilitada por la incorporación de vegetación local de interés.
Número de organismos reubicados	Cuantificar el número de organismos de especies endémicas o de interés ecológico, reubicados a lo largo del desarrollo y establecimiento del proyecto.
Madrigueras o nidos rescatados y reubicados.	Cuantificar el número de madrigueras o nidos rescatados y que son reubicados a lo largo del proceso de desarrollo y establecimiento del proyecto.
Cursos de educación y capacitación ambiental	Número de cursos de educación y capacitación ambiental ofrecidos a la población local y trabajadores de la empresa constructora.
Volumen de suelo almacenado y reutilizado	Cuantificar el volumen de suelo retirado y almacenado, para ser utilizado en la recuperación ecológica, ya sea espacios afectados o en otros terrenos de interés particular de la población, incluso en bancos de materiales o cobertura de residuos.
Numero de eventos que modifican la calidad del agua superficial	Realizar estudios conforme a la normatividad aplicable.
Número de accidentes laborales por actividad	Llevar periódicamente un registro pormenorizado de los accidentes e incidentes laborales derivados de todas las actividades de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento del proyecto.

Fuente: SECIRA, 2019.

### V.3. Valoración de los Impactos.

El análisis de los impactos ambientales para el presente proyecto se basa en criterios que se acuerdan entre los especialistas participantes, basados en los siguientes diez criterios, incluyendo el criterio de Naturaleza, esto es si el impacto es Negativo o Positivo, los cuales se detallan en la siguiente tipificación de los impactos ambientales a considerar dentro de las matrices de ponderación del proyecto:

**Tabla V. 25.** Lista indicativa de criterios utilizados.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN.
Naturaleza. -	Carácter de beneficioso o perjudicial Signo "+" o "-". Se utiliza el signo "-" para identificar un impacto perjudicial (negativo) y el signo "+", o la ausencia de signo para identificar un impacto benéfico (positivo). Impacto positivo (+) es aquél admitido como tal por el evaluador, en el contexto de un análisis completo de las afectaciones y beneficios generados y de los aspectos externos de la actuación contemplada. Impacto negativo (-) es aquél cuyo efecto se traduce en pérdida de valor natural, estético-cultural, paisajístico, de productividad ecológica o en aumento de los perjuicios derivados de la contaminación, erosión y demás riesgos ambientales en discordancia con la estructura ecológico-geográfica, el carácter y funcionalidad de una zona determinada.
Intensidad. -	Se refiere al grado de incidencia de la acción o actividad sobre el factor ambiental, en el ámbito específico de actuación. La escala de valores es de 0 y 2, donde 2 expresará destrucción total del factor en el área en que se produce el efecto y el 1 una afectación media y 0 una afectación mínima.
Extensión. -	Es el área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto (% de área respecto al entorno, donde se manifiesta el efecto). Si la acción produce un efecto muy localizado, el impacto tiene un carácter Puntual 0. Si el efecto no tiene una ubicación precisa dentro del entorno del proyecto, teniendo una influencia generalizada, el valor es 2; considerar situaciones

CRITERIO	DESCRIPCIÓN.
	intermedias, como impacto parcial y extenso 1. En el caso de que el efecto sea puntual pero se produzca en un lugar crítico (como la descarga de aguas residuales y aguas arriba de una toma de agua, degradación paisajística en una zona muy visitada o cerca de un centro urbano, etc.) se le atribuirá un valor y, en el caso de considerar que es peligroso y sin posibilidad de introducir medidas de mitigación, se recomienda buscar otra alternativa al proyecto, anulando este impacto.
Momento. -	El plazo de manifestación del impacto alude al tiempo transcurrido entre la ejecución de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor ambiental. Cuando el tiempo transcurrido sea nulo, el momento será inmediato y si es inferior a un año, corto plazo, asignando un valor 0; si el periodo transcurrido va de 1 a 5 años, el momento se considera de mediano plazo con un valor 1 y si el efecto tarda en manifestarse más de cinco años, se considera de largo plazo, asignando valor de 2.
Persistencia. -	Es el tiempo de permanencia del efecto desde su aparición y a partir del cual el efecto retornaría a sus condiciones originales por medios naturales, o mediante la acción de medidas de mitigación. Si la permanece durante menos de un año, se considera un efecto fugaz, tiene un valor 0. Si dura entre 1 y 10 años se considera temporal 1 y si el efecto tiene una duración superior a los 10 años, se considera permanente, con valor de 2. La persistencia es independiente de la reversibilidad.
Reversibilidad.	Se refiere a la posibilidad de reconstrucción o recomposición del factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales por medios naturales una vez que la acción ha dejado de actuar. Si esto sucede a corto plazo, se le asigna un valor de 0. Los intervalos de tiempo comprendidos si es reversible entre 1 y 10 años se le asignan el valor de 1 y si el efecto tarda en regresar a sus condiciones naturales con una duración superior a los 10 años o no regresa a sus condiciones originales, se considera el efecto como irreversible, teniendo un valor de 2.
Recuperabilidad.	Es la posibilidad de reconstrucción total o parcial del factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones previas a la actuación, por medio de la intervención humana (introduciendo medidas correctivas o de mitigación) y por lo tanto siempre tendrá una naturaleza benéfica. Si el efecto es totalmente recuperable, se le asigna un valor 0 según sea de corto o mediano plazo, si lo es parcialmente, el efecto es mitigable, tomando un valor de 1. Cuando el efecto es irrecuperable (alteración imposible de reparar, tanto por la acción natural como por la acción humana) se le asigna un valor 2. En el caso de ser irrecuperable, pero con posibilidad de introducir medidas compensatorias, el valor asignado será 2.
Sinergia.	Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos o impactos singulares o aislados. La componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que cabría de esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente no simultánea. Cuando una acción actuando sobre un factor no es sinérgica con otras acciones que actúan sobre el mismo factor, el valor es 0. Si presenta un sinergismo moderado se le asigna un valor de 1 y si es altamente sinérgico un valor de 2. En casos de debilitamiento del atributo ambiental, la valoración del efecto tiene valores negativos, incrementando la importancia del impacto.
Acumulación.	Bajo este criterio se evalúa al incremento progresivo de la manifestación del efecto cuando persiste de manera continuada o reiterada la acción que lo genera. Cuando una acción no produce efectos acumulativos (acumulación simple), el efecto se valora como 0, Si el efecto producido es acumulativo el valor se incrementa a 2, un efecto acumulativo incipiente o que existe una cierta posibilidad de ocurrencia tendrá un valor de 1.
Efecto.	Se refiere a la relación causa-efecto, o sea, la forma de manifestación del efecto sobre un factor a consecuencia de la acción. El efecto puede ser directo o primario, siendo en este caso la acción es una consecuencia directa. En el caso de que el efecto sea indirecto o secundario y tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando como una acción de segundo orden. El término toma un valor de 0 cuando el efecto sea secundario y un valor 2 cuando sea directo.
Periodicidad.	Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto ya sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular) o constante en el tiempo (efecto continuo). A los efectos continuos se les asigna un valor 2, a los periódicos 1 y a los impactos de aparición irregular o intermitente y que deben evaluarse en términos de probabilidad de ocurrencia como discontinuos, se les asigna un valor de 0.
Importancia del impacto.	El valor de la importancia del impacto (I) se obtiene a partir de la relación aritmética de los diferentes atributos considerados anteriormente y con la siguiente expresión matemática: $I = + / - (IN+EX+MO+PE+RV+MC+SI+AC+EF+PR)$

Fuente: SECIRA, 2019.

A continuación, se presenta la síntesis de los criterios señalados:

**Tabla V. 26.** Síntesis de los criterios para la ponderación de los impactos ambientales.

TIPO DE IMPACTO	CATEGORÍA	PONDERACIÓN
NATURALEZA	Positivo “+” (Benéfico)	+
	Negativo “-” (Perjudicial)	-
INTENSIDAD (IN)	Baja	0
	Media	1
	Alta	2
EXTENSIÓN (EX)	Puntual O Parcial	0
	Extenso	1
	Regional O Crítico	2
MOMENTO (MO)	Corto Plazo O Inmediato	0
	Mediano Plazo	1
	Largo Plazo O Crítico	2
PERSISTENCIA (PE)	Fugaz	0
	Temporal	1
	Permanente	2
REVERSIBILIDAD (RV)	Corto Plazo	0
	Mediano Plazo	1
	Irreversible	2
RECUPERABILIDAD (MC)	Recuperable De Manera Inmediata	0
	Recuperable A Mediano Plazo O Mitigable	1
	Irrecuperable	2
SINERGIA(SI)	Sin Sinergismo (Simple)	0
	Sinérgico	1
	Muy Sinérgico	2
ACUMULACIÓN (AC)	Simple	0
	Acumulativo	2
EFECTO (EF)	Indirecto (Secundario)	0
	Directo	2
PERIODICIDAD (PR)	Irregular O Aperiódico Y Discontinuo	0
	Periódico	1
	Continuo	2

Fuente: SECIRA, 2019.

Una vez calificados todos los impactos identificados, se suman los valores obtenidos en los diez rubros para cada atributo ambiental, obteniendo un valor total para cada uno. Con los valores obtenidos, se colocan los resultados de la categorización realizada en cada actividad del proyecto. Posteriormente se procede a realizar la jerarquización de los impactos ambientales y la descripción de los impactos identificados, incluyendo la recomendación de cómo se puede cuantificar y atenuar el efecto sobre el factor ambiental analizado. La siguiente tabla muestra la valoración jerárquica de cada uno de los impactos ambientales identificados en la etapa anterior:

**Tabla V. 27.** Evaluación de los impactos ambientales.

1 Desmonte y Despalme	PREPARACIÓN DEL SITIO											TOTAL
	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	RC	SI	AC	EF	PR	
Material geológico	-1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	-5
Relieve	-1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	-2
Denudación	-1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	-7
Movimientos de material	-1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	-2
Erodabilidad del suelo	-1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	-2
Contaminación	-1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	-2
Gases	-1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	-3
Ruido	-1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	-2
Comunidades vegetales	-1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	-8

Hábitat	-1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	1	-6
Comunidades faunísticas	-1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	-5
Hábitat	-1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	-5
Estética	-1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	-7
Uso potencial del suelo	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
Riesgo de accidentes	-1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	-5
Calidad de vida	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	4
Generación de empleo	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1	0	5
Consumo de bienes y servicios locales	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1

-42

2 Nivelación y Compactación	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	RC	SI	AC	EF	PR	TOTAL
Estabilidad	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	2
Denudación	-1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	-5
Movimientos de material	-1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	-4
Contaminación	-1	1	0	0	0	0	0	1	1	2	0	-5
Calidad de Hidrología superficial	-1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	-4
Polvos	-1	1	0	0	1	0	0	1	0	2	1	-6
Ruido	-1	1	1	0	0	0	0	1	0	2	0	-5
Comunidades faunísticas	-1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	-4
Estética	-1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	-6
Uso potencial del suelo	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	3
Riesgo de accidentes	-1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	-4
Calidad de vida	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	4
Generación de empleo	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	5
Consumo de bienes y servicios locales	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	5

-24

3 Excavaciones	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	RC	SI	AC	EF	PR	TOTAL
Material geológico	-1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	-2
Estabilidad	-1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	-3
Relieve	-1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	-4
Denudación	-1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	-6
Movimientos de material	-1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	-6
Polvos	-1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	-4
Gases	-1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	-4
Ruido	-1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	-4
Comunidades faunísticas	-1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	-3
Hábitat	-1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	-3
Estética	-1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	-5
Uso potencial del suelo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
Riesgo de accidentes	-1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	-5
Generación de empleo	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	8

-31

4 Movimiento de tierras (producto del despalme)	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	RC	SI	AC	EF	PR	TOTAL
Denudación	-1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	-2
Movimientos de material	-1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	-5
Erodabilidad del suelo	-1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	-2
Contaminación	-1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	-3
Polvos	-1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	-4
Gases	-1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	-3
Ruido	-1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	-3
Estética	-1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	-2
Riesgo de accidentes	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	-2
Generación de empleo	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	3

													-23
5 Operación de maquinaria pesada	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	RC	SI	AC	EF	PR	TOTAL	
Denudación	-1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	-1	
Contaminación	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	-1	
Polvos	-1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	-3	
Gases	-1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	-3	
Ruido	-1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	-3	
Uso potencial del suelo	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	4	
Riesgo de accidentes	-1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	-5	
Generación de empleo	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	4	
Consumo de bienes y servicios locales	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	3	
													-5
6 Transporte de materiales, personal y equipo	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	RC	SI	AC	EF	PR	TOTAL	
Denudación	-1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	-4	
Contaminación	-1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	-4	
Polvos	-1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	-4	
Gases	-1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	-3	
Ruido	-1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	-3	
Riesgo de accidentes	-1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	-4	
Calidad de vida	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	
Generación de empleo	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	2	
Consumo de bienes y servicios locales	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	6	
Recaudación Fiscal	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	2	
Desarrollo Urbano	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	4	
													-7
7 Generación y manejo de residuos	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	RC	SI	AC	EF	PR	TOTAL	
Contaminación	-1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	-4	
Estética	-1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	-4	
Uso potencial del suelo	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	3	
Riesgo de accidentes	-1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	-4	
Calidad de vida	-1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	-5	
Generación de empleo	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2	
Consumo de bienes y servicios locales	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2	
													-10
8 Instalación de Infraestructura de apoyo	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	RC	SI	AC	EF	PR	TOTAL	
Erodabilidad del suelo	-1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	-3	
Contaminación	-1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	-4	
Polvos	-1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	-3	
Ruido	-1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	-3	
Estética	-1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	-4	
Calidad de vida	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	3	
Generación de empleo	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	4	
Consumo de bienes y servicios locales	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	4	
													-6
9 Trabajo y presencia Humana en campo	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	RC	SI	AC	EF	PR	TOTAL	
Contaminación	-1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	-3	
Polvos	-1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	-3	
Ruido	-1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	-3	
Comunidades vegetales	-1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	-2	
Comunidades faunísticas	-1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	-2	
Estética	-1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	-3	
Generación de empleo	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	5	
Consumo de bienes y servicios locales	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	5	

CONSTRUCCIÓN												
<b>10 Conformación de terracerías</b>	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	RC	SI	AC	EF	PR	TOTAL
Material geológico	-1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	-5
Estabilidad	-1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	-3
Contaminación	-1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	-3
Calidad de Hidrología superficial	-1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	-2
Comunidades faunísticas	-1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	-3
Hábitat	-1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	-7
Uso potencial del suelo	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	5
Generación de empleo	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	4
Consumo de bienes y servicios locales	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	4
												-10
<b>11 Planta de asfalto para subbase y base.</b>	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	RC	SI	AC	EF	PR	TOTAL
Material geológico	-1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	-2
Estabilidad	-1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	-3
Relieve	-1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	-3
Denudación	-1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	-2
Movimientos de material	-1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	-3
Contaminación	-1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	-2
Calidad de Hidrología superficial	-1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	-2
Polvos	-1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	-3
Gases	-1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	-3
Ruido	-1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	-3
Comunidades faunísticas	-1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	-2
Hábitat	-1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	-4
Estética	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	7
Uso potencial del suelo	-1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	-3
Riesgo de accidentes	-1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	-3
Calidad de vida	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	3
Generación de empleo	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	3
Consumo de bienes y servicios locales	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	2
												-23
<b>12 Transporte de materiales, personal y Equipo</b>	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	RC	SI	AC	EF	PR	TOTAL
Denudación	-1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	-1
Contaminación del suelo	-1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	-2
Calidad del agua	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	-1
Polvos	-1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	-3
Gases	-1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	-3
Ruido	-1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	-3
Uso potencial del suelo	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	4
Riesgo de accidentes	-1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	-5
Generación de empleo	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	4
Consumo de bienes y servicios locales	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	3
												-7



13 Instalación de Señalamientos	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	RC	SI	AC	EF	PR	TOTAL
Denudación	-1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	-4
Erodabilidad del suelo	-1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	-5
Contaminación	-1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	-4
Polvos	-1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	-3
Gases	-1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	-3
Ruido	-1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	-2
Riesgo de accidentes	-1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	-4
Calidad de vida	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Generación de empleo	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	2
Consumo de bienes y servicios locales	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	6
Recaudación Fiscal	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	2
Desarrollo Urbano	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	4
												-10
14 Generación y manejo de residuos	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	RC	SI	AC	EF	PR	TOTAL
Contaminación	-1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	-4
Estética	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	3
Uso potencial del suelo	-1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	-4
Riesgo de accidentes	-1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	-5
Generación de empleo	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2
Consumo de bienes y servicios locales	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2
												-6
15 Desmantelar infraestructura de apoyo	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	RC	SI	AC	EF	PR	TOTAL
Denudación	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1
Polvos	-1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	-2
Ruido	-1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	-2
Uso Actual del Suelo	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	3
												-2
16 Trabajo y presencia humana en campo	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	RC	SI	AC	EF	PR	TOTAL
Contaminación del suelo	-1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	-3
Calidad del agua	-1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	-6
Polvos	-1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	-3
Ruido	-1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	-3
Comunidades vegetales	-1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	-2
Comunidades faunísticas	-1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	-2
Hábitat	-1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	-2
Estética	-1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	-3
Generación de empleo	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	3
Consumo de bienes y servicios locales	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	5
Desarrollo urbano	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	5
												-11
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO												
17 Limpieza y mantenimiento general	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	RC	SI	AC	EF	PR	TOTAL
Calidad del agua	-1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	-2
Comunidades Faunísticas	-1	0	1	0	0	1	0	1	0	2	0	-5
Hábitat	-1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	-3
Estética	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	-2
Uso potencial del suelo	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	2
Uso actual del suelo	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	2
Riesgo de accidentes	-1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	-2
Calidad de vida	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
Generación de empleo	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Consumo de bienes y servicios locales	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	3

													-4
18 Señalamientos	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	RC	SI	AC	EF	PR	TOTAL	
Calidad del agua	-1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	-3	
Calidad de la Hidrología superficial.	-1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	-4	
Uso actual del suelo.	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	2	
Riesgo de accidentes.	1	2	0	0	0	1	0	1	2	2	0	8	
Generación de empleo.	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	3	
Desarrollo urbano.	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	3	
												9	
19 Generación y Manejo de Residuos	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	RC	SI	AC	EF	PR	TOTAL	
Contaminación del suelo	-1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	-3	
Calidad del agua	-1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	-2	
Polvos	-1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	-3	
Estética	-1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	-3	
Uso potencial del suelo	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	4	
Calidad de vida	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	3	
Generación de empleo	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	3	
Consumo de bienes y servicios locales	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	4	
												3	
20 Transporte de Materiales, Personal y Equipo	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	RC	SI	AC	EF	PR	TOTAL	
Contaminación del suelo	-1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	-3	
Calidad del agua	-1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	-3	
Gases	-1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	-3	
Comunidades faunísticas	-1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	-3	
Generación de empleo	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	
Consumo de bienes y servicios locales	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	3	
Recaudación Fiscal	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	2	
Desarrollo Urbano	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	3	
												-3	

Fuente: SECIRA, 2019.

Tabla V. 28. Matriz de Identificación de Impactos Ambientales.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL CAMINO: E.C. (TLAPA-MARQUELIA) - ILIATENCO, TRAMO: DEL KM 0+000 AL KM 5+000, EN LOS MUNICIPIOS DE MALINALTEPEC E ILIATENCO, EN EL ESTADO DE GUERRERO.			Preparación del Sitio									Construcción						Operación y Mantenimiento				TOTAL, FINAL.									
			1. Desmante y Despalme.	2. Nivelación y Compactación.	3. Excavaciones.	4. Movimiento de tierras (producto del despalme)	5. Operación de maquinaria pesada.	6. Transporte de materiales, personal y equipo.	7. Generación y Manejo de residuos.	8. Instalación de infraestructura de apoyo provisional.	9. Trabajo y presencia humana en campo.	TOTAL.	10. Conformación de terracerías.	11. Planta de asfalto para subbase y base, incluye liga de sello.	12. Operación de maquinaria pesada.	13. Transporte de materiales, personal y equipo.	14. Generación y Manejo de residuos.	15. Desmantelar infraestructura de apoyo provisional.	16. Trabajo y presencia humana en campo	TOTAL.	17. Limpieza y mantenimiento (vialidades, cunetas, derecho de vía).		18. Señalamientos	19. Generación y Manejo de residuos.	20. Transporte de materiales, personal y equipo.	TOTAL.					
MEDIO NATURAL	ABIÓTICO	Geología	1. Material Geológico	-5		-2												-7	-5	-2							0	-14			
			2. Estabilidad		2	-3													-1	-3	-3							0	-7		
		Geomorfología	3. Relieve.	-2		-4													-6		-3							0	-9		
			4. Denudación.	-7	-5	-6	-2	-1	-4										-25	-2	-1	-4		-1				0	-33		
			5. Movimientos de material.	-2	-4	-6	-5												-17	-3								0	-20		
		Suelo	6. Erodabilidad del suelo.	-2			-2												-7									0	-12		
	7. Contaminación.		-2			-3	-1	-4	-4	-4	-3							-21	-3	-2	-2	-4	-4		-3		-6	-45			
	Hidrología superficial	8. Calidad de la Hidrología superficial.		-4														-4	-2	-2						-2	-2	-4	-12		
	Aire	9. Polvos.		-6	-4	-4	-3	-4										-27		-3	-3	-3		-2	-3		-4	-3	-7	-48	
		10. Gases.	-3	-2	-2	-3	-3	-3										-16		-3	-3	-3		-2	-3			-3	-33		
		11. Ruido.	-2		-4	-3	-3	-3										-21		-3	-3	-2					0	-29			
Vegetación		12. Comunidades vegetales.	-8								-2							-10						-2			0	-12			
		13. Hábitat.	-6															-6						-2			0	-6			
Fauna	14. Comunidades faunísticas.	-5	-4	-3						-2							-14	-3	-2				-2			-5	-3	-8	-29		
	15. Hábitat.	-5		-3													-8	-7	-4				-2			-3	-24				
	Paisaje	-7	-6	-5	-2			3	-4	-3							-24		7			3		-3		-5	-22				
SOCIOECONÓMICO	SOCIAL	Uso del suelo	17. Uso potencial del suelo.	9	3	10		4		-4							22	5	-3	4		-4				2	2	4	6	30	
		18. Uso actual del suelo.																0						3			2	2	5		
	Salud y seguridad	19. Riesgo de accidentes.	-5	-4	-5	-1	-1	-1										-17		-2	-2	-2				2	2	2	-21		
		20. Calidad de vida.	4	4	8				1		3							20		3		1				2	3	5	29		
ECONÓMICO	Directo	21. Generación de empleo.	5	5			4	2	2	4	5						27	4	3	4	2	2		3		1	3	3	1	8	53
		22. Consumo de bienes y servicios	1				3	6	2	4	5							21	4	2		6	2		5		3	4	3	10	50
		23. Recaudación fiscal							2									2				2					2	2	2	6	
	Indirecto	24. Desarrollo urbano						4									4				4				5		3	3	6	19	

Fuente: SECIRA, 2019.

### EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS.

Como puede observarse, algunos de los impactos se manifiestan en diferentes etapas del proyecto, por lo cual se ha llevado a cabo un concentrado con la finalidad de obtener el número real de impactos significativos derivados del proyecto los cuales se presentan a continuación:

**Tabla V. 29.** Impactos significativos derivados del proyecto.

MEDIO NATURAL	ABIÓTICO	Geología	1. Material Geológico	-14
			2. Estabilidad	-7
		Geomorfología	3. Relieve.	-9
			4. Denudación.	-33
			5. Movimientos de material.	-20
		Suelo	6. Erodabilidad del suelo.	-12
			7. Contaminación.	-45
		Hidrología superficial	8. Calidad de la Hidrología superficial.	-22
	Aire	9. Polvos.	-44	
		10. Gases.	-33	
		11. Ruido.	-29	
	BIÓTICO	Vegetación	12. Comunidades vegetales.	-12
			13. Hábitat.	-6
		Fauna	14. Comunidades faunísticas.	-29
			15. Hábitat.	-24
		Paisaje	16. Estética.	-22
SOCIOECONÓMICO		SOCIAL	Uso del suelo	17. Uso potencial del suelo.
	18. Uso actual del suelo.			7
	Salud y seguridad social		19. Riesgo de accidentes.	-7
			20. Calidad de vida.	29
	ECONÓMICO	Directo	21. Generación de empleo.	53
			22. Consumo de bienes y servicios locales.	50
			23. Recaudación fiscal	6
		Indirecto	24. Desarrollo urbano	19

Fuente: SECIRA, 2019.

### ÍNDICE DE IMPACTABILIDAD Y AFECTABILIDAD.

En la matriz de interacción se analizaron cuáles de las actividades provocan un mayor número de impactos y/o actúan sobre los elementos del medio natural y socioeconómico. Para ello, se establece el universo de interacciones potenciales y se definen las interacciones que resultan positivas. El índice de impactabilidad es un valor entre 0 y 1 y mientras más cercano se encuentre de la unidad, más fuerte será el impacto generado del total de las actividades del proyecto.

**Tabla V. 30.** Índice de Impactabilidad.

Número de actividades:	24
Universo de interacciones potenciales:	480
Impactabilidad general del proyecto:	0.0482

Fuente: SECIRA, 2019.

Listado de actividades de acuerdo con su índice de impactabilidad:

**Tabla V. 31.** Listado de actividades de acuerdo a su índice de impactabilidad.

PREPARACIÓN DEL SITIO	IMPACTABILIDAD
1. Desmante y Despalme.	-2.0244
3. Excavaciones.	-1.3978
4. Movimiento de tierras (producto del despalme)	-1.205
2. Nivelación y Compactación.	-1.0122
8. Instalación de infraestructura de apoyo provisional.	-0.2892
9. Trabajo y presencia humana en campo.	-0.2892
6. Transporte de materiales, personal y equipo.	-0.1928
5. Operación de maquinaria pesada.	-0.0482
7. Generación y Manejo de residuos .	-0.0482
CONSTRUCCIÓN	IMPACTABILIDAD
11. Planta de asfalto para subbase y base, incluye liga de sello.	-1.0604
10. Conformación de terracerías.	-0.482
13. Transporte de materiales, personal y equipo.	-0.3856
12. Operación de maquinaria pesada.	-0.2892
16. Trabajo y presencia humana en campo	-0.241
15. Desmantelar infraestructura de apoyo provisional.	-0.0964
14. Generación y Manejo de residuos.	-0.0482
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	IMPACTABILIDAD
17. Limpieza y mantenimiento (vialidades, cunetas, derecho de vía).	-0.0964
20. Transporte de materiales, personal y equipo.	0
19 Generación y Manejo de residuos.	0.1446
18. Señalamientos	0.1928

Fuente: SECIRA, 2019.

De acuerdo con la naturaleza del proyecto, las actividades que tienen un mayor índice de impactabilidad en el ambiente son:

**Tabla V. 32.** Impactos ambientales Positivos.

Actividad	Índice de impactabilidad
1. Desmante y Despalme.	-2.0244
3. Excavaciones.	-1.3978
4. Movimiento de tierras (producto del despalme )	-1.205
11. Planta de asfalto para subbase y base, incluye liga de sello.	-1.0604
2. Nivelación y Compactación.	-1.0122
10. Conformación de terracerías.	-0.482
13. Transporte de materiales, personal y equipo.	-0.3856
8. Instalación de infraestructura de apoyo provisional.	-0.2892
9. Trabajo y presencia humana en campo.	-0.2892
12. Operación de maquinaria pesada.	-0.2892

Fuente: SECIRA, 2019.

**Tabla V. 33.** Impactos ambientales Positivos.

Actividad	Impactabilidad Positiva
20. Transporte de materiales, personal y equipo.	0
19 Generación y Manejo de residuos.	0.1446
18. Señalamientos	0.1928

Fuente: SECIRA, 2019.

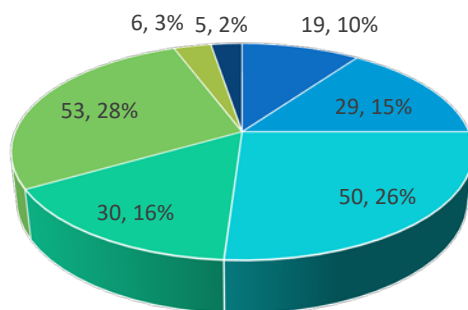
Los atributos ambientales con impactos ambientales positivos son:

**Tabla V. 34.** Atributos ambientales con Impactos ambientales Positivos.

ATRIBUTO AMBIENTAL	PONDERACIÓN	FRECUENCIA	ÍNDICE POSITIVO
24. Desarrollo urbano	19	5	3.8
20. Calidad de vida.	29	8	3.6
22. Consumo de bienes y servicios	50	16	3.1
17. Uso potencial del suelo.	30	10	3.0
21. Generación de empleo.	53	19	2.8
23. Recaudación fiscal	6	5	1.2
18. Uso actual del suelo.	5	5	1.0

Fuente: SECIRA, 2019.

**Gráfica V. 2.** Atributos ambientales con Impactos ambientales Positivos.



- 24. Desarrollo urbano
- 20. Calidad de vida.
- 22. Consumo de bienes y servicios
- 17. Uso potencial del suelo.
- 21. Generación de empleo.
- 23. Recaudación fiscal
- 18. Uso actual del suelo.

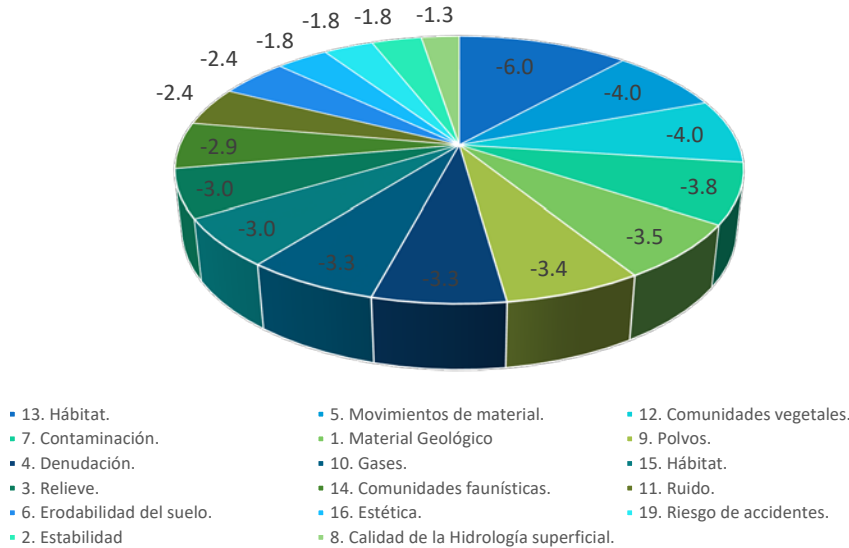
Fuente: SECIRA, 2019.

**Tabla V. 35.** Impactos ambientales Negativos.

ATRIBUTO	IMPACTABILIDAD	FRECUENCIA	ÍNDICE
13. Hábitat.	-6	1	-6
5. Movimientos de material.	-20	5	-4
12. Comunidades vegetales.	-12	3	-4
7. Contaminación.	-45	12	-3.75
1. Material Geológico	-14	4	-3.5
9. Polvos.	-48	14	-3.4
4. Denudación.	-33	10	-3.3
10. Gases.	-33	10	-3.3
15. Hábitat.	-24	8	-3
3. Relieve.	-9	3	-3
14. Comunidades faunísticas.	-29	10	-2.9
11. Ruido.	-29	12	-2.4
6. Erodabilidad del suelo.	-12	5	-2.4
16. Estética.	-22	12	-1.8
19. Riesgo de accidentes.	-21	12	-1.7
2. Estabilidad	-7	4	-1.7
8. Calidad de la Hidrología superficial.	-12	9	-1.3

Fuente: SECIRA, 2019.

**Gráfica V. 3. Impactos Ambientales Negativos.**



Fuente: SECIRA, 2019.

La identificación de los impactos ambientales a partir de la matriz de interacción, entre las actividades del proyecto con los elementos del medio natural y socioeconómico, resulta en un total de 202 impactos ambientales o "interacciones", agrupados por cada etapa del proyecto, los cuales quedan distribuidos de la siguiente forma:

**Tabla V. 36. Distribución de los impactos porcentuales por etapa.**

IMPACTOS DETECTADOS	PREPARACIÓN	CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
	104	68	30
Porcentaje de impactos	51.49%	33.66%	14.85%

Fuente: SECIRA, 2019.

En el cuadro anterior, se observa que la mayor cantidad de impactos ambientales se presentan durante la etapa de Preparación del Sitio, la cual concentra el 51.49% de los impactos ambientales identificados. Le sigue la Etapa de Construcción con 33.66% y finalmente la Operación y Mantenimiento con 14.85%. A partir de la ponderación o evaluación de los impactos ambientales considerando 10 atributos de los impactos, se construyó una tabla que representa el nivel o ponderación del grado de impactabilidad de cada una de las etapas, permitiendo anticiparse a las necesidades de establecer el conjunto integral de medidas de mitigación necesarias para atenuar los efectos negativos que habrían de presentarse a lo largo de la vida del proyecto.

**SELECCIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS SIGNIFICATIVOS.**

Una vez identificadas las interacciones entre el proyecto y el medio, después de haber presentado la descripción de Impactos ambientales significativos, es posible observar que, como ocurre en cualquier proyecto de desarrollo, los impactos ambientales se manifiestan en diferentes intensidades, etapas y actividades, destacando para este proyecto la etapa de preparación del sitio, por lo cual se tiene un concentrado de 20 actividades que producen impactos ambientales, con la

finalidad de atender el número real de impactos derivados del proyecto, agrupados en tres diferentes categorías, contemplando los efectos positivos y negativos:

**Tabla V. 37.** Intervalos de los Impactos Negativos generados por las actividades del proyecto.

IMPACTOS NEGATIVOS		
CATEGORÍA	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
Alto Negativo	-36	-48
Medio Negativo	-21	-35
Bajo Negativo	-6	-20

Fuente: SECIRA, 2019.

En el siguiente cuadro se muestran las actividades con la mayor impactabilidad, que deben ser atendidas o minimizadas con la aplicación de medidas correctivas.

**Tabla V. 38.** Impactos ambientales negativos relevantes del proyecto.

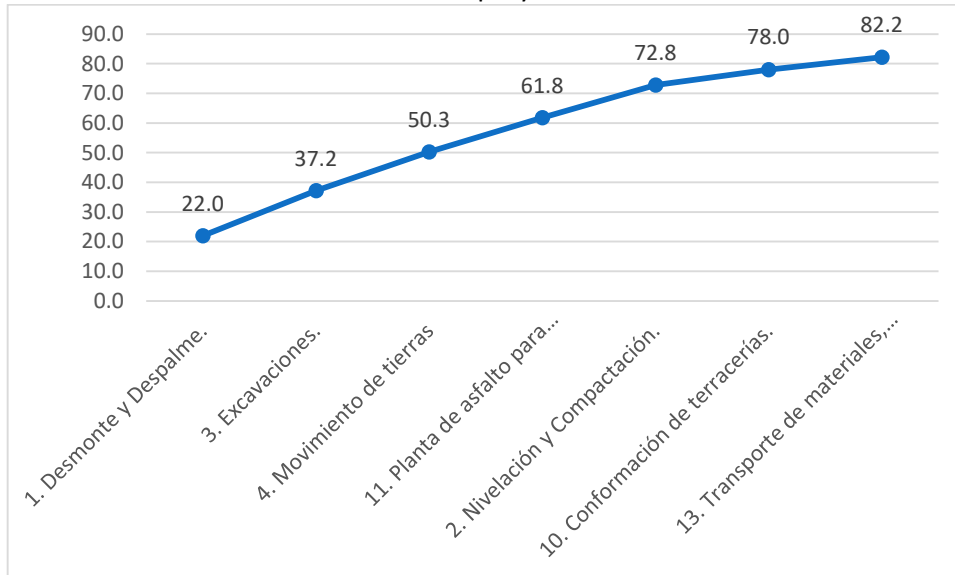
ACTIVIDAD DEL PROYECTO	IMPACTOS AMBIENTALES NEGATIVOS RELEVANTES		
	PONDERACIÓN	% ACUMULATIVO	CATEGORÍA
1. Desmonte y Despalme.	-42	22.0	Alto Negativo
3. Excavaciones.	-29	37.2	Alto Negativo
4. Movimiento de tierras (producto del despalme )	-25	50.3	Medio Negativo
11. Planta de asfalto para subbase y base, incluye liga de sello.	-22	61.8	Medio Negativo
2. Nivelación y Compactación.	-21	72.8	Medio Negativo
10. Conformación de terracerías.	-10	78.0	Bajo Negativo
13. Transporte de materiales, personal y equipo.	-8	82.2	Bajo Negativo

Fuente: SECIRA, 2019.

La siguiente gráfica muestra la acumulación porcentual de las actividades con los impactos ambientales más significativos, hasta alcanzar el 82%, con la inclusión de su descripción y respectivas medidas de mitigación en el texto respectivo.



**Gráfica V. 4.** Actividades que alcanzan a producir el 82.2% de Impactos significativos negativos del proyecto.



Fuente: SECIRA, 2019.

Por otra parte, después de la ponderación realizada, se tiene una categorización de las actividades del proyecto con impactos ambientales positivos, los que muestran en el siguiente cuadro.

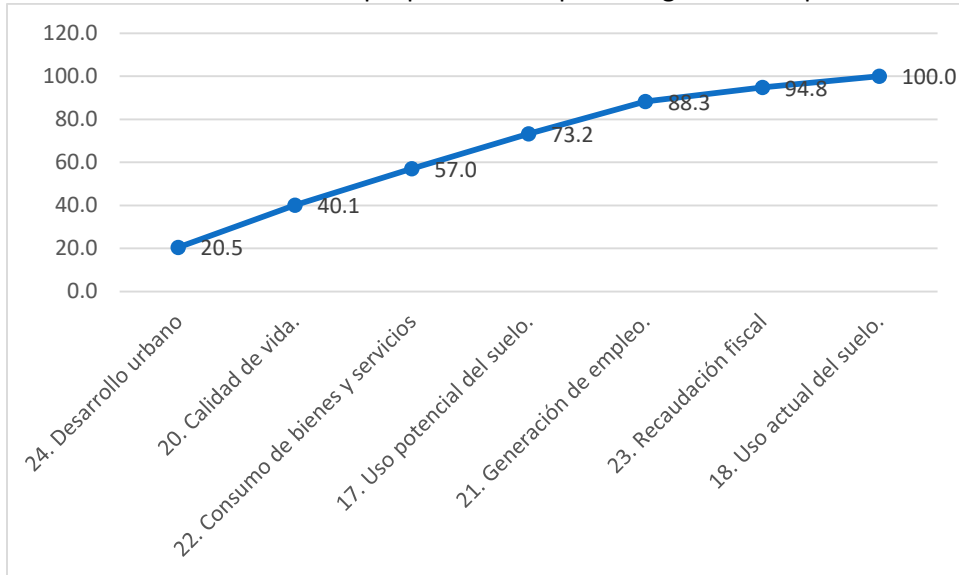
**Tabla V. 39.** Impactos ambientales relevantes positivos.

ACTIVIDAD DEL PROYECTO	IMPACTOS AMBIENTALES POSITIVOS RELEVANTES		
	PONDERACIÓN	% ACUMULATIVO	CATEGORÍA
24. Desarrollo urbano	3.8	20.4	Alto Positivo
20. Calidad de vida.	3.6	40.1	Alto Positivo
22. Consumo de bienes y servicios	3.1	57.0	Alto Positivo
17. Uso potencial del suelo.	3.0	73.2	Medio Positivo
21. Generación de empleo.	2.8	88.3	Medio Positivo
23. Recaudación fiscal	1.2	94.8	Bajo Positivo
18. Uso actual del suelo.	1.0	100.0	Bajo Positivo

Fuente: SECIRA, 2019.

La gráfica siguiente muestra la acumulación porcentual de los impactos positivos del proyecto:

**Gráfica V. 5. Actividades que producen Impactos significativos positivos.**



Fuente: SECIRA, 2019.

De esta forma se identificaron 20 Actividades durante todas las etapas para el proyecto y 24 elementos del medio natural y socioeconómico sobre los cuales la obra ejerce algún tipo de interacción. Con estas variables se identificaron y evaluaron los impactos ambientales, y de manera subsiguiente se procede a determinar el nivel de impactabilidad del proyecto, que es del 42.8%, del conjunto de actividades analizadas; lo anterior permitirá establecer o diseñar las medidas de mitigación encaminadas a reducir el nivel de afectación sobre cada uno de los elementos ambientales a lo largo de la vida del proyecto. Para cuantificar las interacciones entre las actividades del proyecto y los elementos ambientales de los medios natural y socioeconómico se diseñó una matriz de correlación, la cual permite conocer el nivel de impactabilidad de las actividades y el nivel de afectabilidad de los elementos sociales, económicos o naturales. De esta manera se tiene un índice que resulta en un número para una categorización y mejor comprensión del impacto ambiental generado por el proyecto. Estos índices permiten deducir dentro de una escala predeterminada de 0 a 20, valores que pueden ser negativos y positivos y en escala porcentual, la relación entre el agente generador de impactos con el elemento impactado; el primero califica de cada una de las actividades del proyecto su capacidad de generar impactos sobre los diferentes elementos analizados, mientras que el segundo permite conocer cuáles serán los elementos más afectados. De esta manera se conocen las actividades que propician desde una sola afectación hasta aquellas que son capaces de provocar un amplio espectro de impactos al medio; por otra parte, en esta interacción identificada, se reconoce los elementos más susceptibles de ser afectados por una sola actividad o por varias durante cada una de las etapas del proyecto.

### VALORACIÓN CUANTITATIVA DEL IMPACTO.

En este contexto, el paisaje se compone por unidades discretas, perceptibles y diferenciables ligadas con los usos de suelo que una sociedad da y acepta para un espacio territorial. Las unidades de paisaje, entonces, se estructuran de acuerdo con una composición de características o rasgos naturales que las hacen claramente distinguibles unas de otras, condición que permite que sean una

base territorial para evaluar la oferta de recursos naturales y su manejo para efectos de planeación sectorial y espacial con límites naturales distinguibles al ojo humano.

La situación conceptual considerada es una división espacial del entorno con fines de establecer una demarcación, en este caso el Sistema Ambiental Regional, para poder realizar, bajo límites, un análisis cartográfico de las unidades de paisaje. Para ello se consideraron las escalas de trabajo de 1:7,500 para la cartografía aceptada por la resolución de las imágenes y planos utilizados. Bajo el marco de referencia descrito, se aborda el impacto y riesgo ambiental utilizando un Sistema de Información Geográfica vectorial con lo cual se realiza una cartografía sobre la que se contrastan las propiedades del proyecto. Para este caso se utilizó el programa Arcgis 10.3.

La aplicación de herramientas SIG a la metodología de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) potencian la comprensión del entorno y permiten la integración, modelado, análisis y la valoración de los distintos factores que, eventualmente, habrán de interactuar con la obra o actividad propuesta. La utilización del SIG en la valoración del impacto ambiental permite, entre otras cosas:

- Obtener, acopiar y sistematizar la información ambiental.
- Realizar un diagnóstico ambiental documentado.
- Analizar la información ambiental en base a datos numéricos con referencia espacial y temporal lo que permite un mayor nivel de integración y procesamiento.
- Ofrece información detallada, confiable y referida geográficamente.
- Permite el planteamiento de preguntas y ofrece respuestas confiables.

En función de lo anterior se presenta a continuación una valoración de los impactos ambientales a partir del conocimiento del inventario de los elementos naturales documentados utilizando el Sistema de Información Geográfica, esto en virtud de que esta herramienta y método ofrecen una descripción de espacio basada en la cuantificación del conjunto elementos naturales que pudieran ser afectados por la obra pretendida y con ello proveer, y aplicar, las medidas de prevención, mitigación y/o compensación necesarias, pertinentes y específicas para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.

#### **VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES ESTIMADOS CON MÉTODOS ESPECÍFICOS DE LA RELACIÓN SIN PROYECTO Y CON PROYECTO.**

El método que se emplea es el propuesto por Gabriel Ortiz para proyectos en una sola opción de trazo. Este método basa la valoración del impacto ambiental en dependencia de la ponderación del valor relativo dado a los tipos de vegetación, unidades ambientales o de paisaje en función de los siguientes criterios:

- Grado de cobertura.
- Estructura espacial
- Diversidad en la etapa serial de la sucesión.
- Estado de conservación.
- Endemismos.

Según estos criterios se valora cada una de las unidades de 1 al 10.

El procedimiento para extraer el índice de impacto es el siguiente:

$$C_i = \frac{\sum Su * V}{Sr} * 100$$

Dónde: Su=Es la superficie de las unidades a valorar y V= es el valor de conservación (ponderación). Sr: Superficie equivalente de las unidades de vegetación consideradas en el ámbito geográfico de referencia. Esta superficie equivalente se extrae de la sumatoria de todas las superficies de las unidades consideradas en la región geográfica estudiada multiplicadas por su correspondiente grado de conservación. El resultado del cálculo del índice es expresado en porcentaje y para su

interpretación se ha de tener en cuenta la situación sin proyecto, que debe ser del 100%, a esta situación sin proyecto se le resta el resultado de la estimación con proyecto. Si las pérdidas de superficie equivalente son superiores a un 30% o próximas a un tercio, el trazo del proyecto es inadmisibles y, en consecuencia, se debe modificar la propuesta.

**IMPACTO DE LAS ACTIVIDADES PARA EL CAMINO: E.C. (TLAPA-MARQUELIA) - ILIATENCO,  
TRAMO: DEL KM 0+000 AL KM 5+000, EN LOS MUNICIPIOS DE MALINALTEPEC E ILIATENCO, EN  
EL ESTADO DE GUERRERO.**

De acuerdo con los Conjuntos de Datos Vectoriales de Uso del Suelo y Vegetación, Escala 1:250 000 Serie VI, el Sistema Ambiental Regional del trazo del proyecto cuenta con una superficie total de 1,151.04 hectáreas, de las cuales de acuerdo con la carta del INEGI Serie VI, la mayor parte de su superficie corresponde con bosque de pino-encino, es decir el 86.62% del total, lo cual es equivalente a 997.05 hectáreas, en segundo lugar se ubica la vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino con un 13.38%, que es igual a 153.99 hectáreas, este tipo de vegetación se localiza en la parte extrema oriente del SAR. Estos datos se pueden apreciar en la siguiente tabla y en la subsecuente imagen:

**Tabla V. 40.** Uso de Suelo y Vegetación Presentes en el Sistema Ambiental Regional (INEGI, 2015).

Clave	Uso de suelo y/o vegetación	Área (has)	Porcentaje (%)
<b>BPQ</b>	Bosque de pino-encino	997.05	86.62%
<b>VSa/BPQ</b>	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	153.99	13.38%
<b>TOTAL</b>		1151.04	100.00%

Fuente: SECIRA, 2019.

Para el presente análisis se tomaron en cuenta las imágenes satelitales y los vídeos tomados por el dron durante la visita a campo para determinar distintas zonas más específicas del Sistema Ambiental Regional, entre otras, el estado actual de la zona, la vegetación, la infraestructura de transporte, las construcciones, las áreas desprovistas de vegetación o con escasa vegetación, por señalar algunas. Las siguientes unidades de paisaje fueron las que se encontraron dentro del SAR, siendo la vegetación de bosque de coníferas la más representativa el bosque de pino-encino con 966.44 hectáreas que equivalen a 83.96% y la vegetación secundaria arbustiva de este mismo tipo de vegetación con 13.22%, es decir 152.22 hectáreas. Lo cual significa que el bosque de coníferas abarca un 97.19%, mientras el resto de las unidades de paisaje abarcan el 2.81% restante. Estos datos se pueden verificar en la siguiente tabla:

**Tabla V. 41.** Unidades del paisaje presentes en el SAR.

Unidades de paisaje	Área (hectáreas)	Porcentaje (%)
Arroyo Grande	0.24	0.02%
Bosque de pino-encino	966.44	83.96%
Camino tipo brecha	0.21	0.02%
Cauce Intermitente	2.05	0.18%
Áreas con escasa vegetación	8.93	0.78%
Áreas desprovistas de vegetación	4.52	0.39%
Construcciones	5.10	0.44%
Carretera pavimentada	2.88	0.25%
Río Alchipahuac	1.92	0.17%
Río El Rincón	1.65	0.14%
Río sin nombre	0.23	0.02%
Carretera de terracería	3.70	0.32%
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	152.22	13.22%
Camino de tipo vereda	0.95	0.08%
<b>TOTAL</b>	1151.04	100.00%

Fuente: SECIRA, 2019.

A continuación, se muestra lo siguiente:

- a) El inventario ambiental determinado a escala 1:7,500.
- b) La valoración del impacto ambiental, mediante índices de impacto.

Se presenta la cartografía general realizada, a escala 1: 7,500, indicando el Sistema Ambiental Regional, con la inserción del trazo existente del camino. El mapa anterior permite conocer el espacio en el que se inserta el proyecto.

### Resultados.

Análisis del Coeficiente de Impacto (Ci), incluyendo las unidades de paisaje señaladas anteriormente.

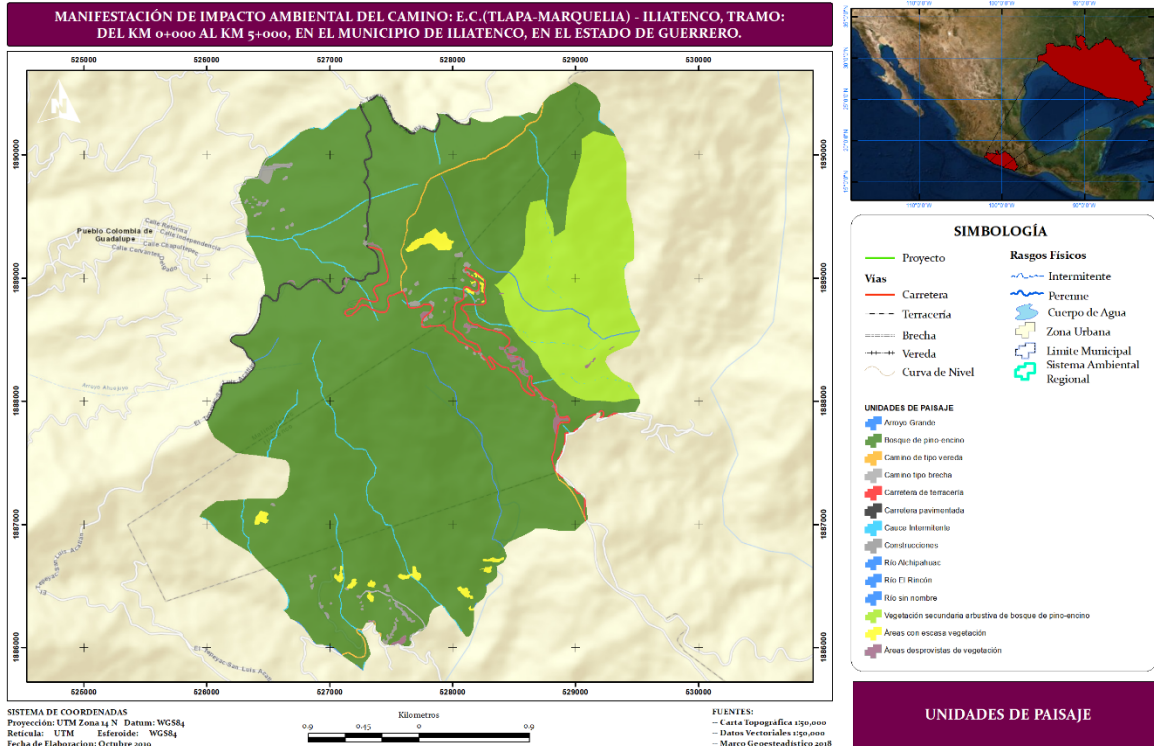
**Tabla V. 42.** Análisis regional a escala 1:7,500.

Unidades ambientales	Superficie ha (su)	Valor de conservación (v)	Superficie equivalente (se)	Índice de impacto (ci) sin proyecto
Arroyo Grande	0.24	9	2.16	100
Bosque de pino-encino	966.44	9	8697.96	
Camino tipo brecha	0.21	5	1.05	
Cauce Intermitente	2.05	9	18.45	
Áreas con escasa vegetación	8.93	7	62.51	
Áreas desprovistas de vegetación	4.52	5	22.6	
Construcciones	5.1	5	25.5	
Carretera pavimentada	2.88	5	14.4	
Río Alchipahuac	1.92	9	17.28	
Río El Rincón	1.65	9	14.85	
Río sin nombre	0.23	9	2.07	
Carretera de terracería	3.7	5	18.5	
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	152.22	8	1217.76	
Camino de tipo vereda	0.95	5	4.75	
<b>Total, en la región</b>	<b>1151.04</b>			
<b>Total, superficie equivalente</b>			<b>10119.84</b>	
<b>Ci</b>				

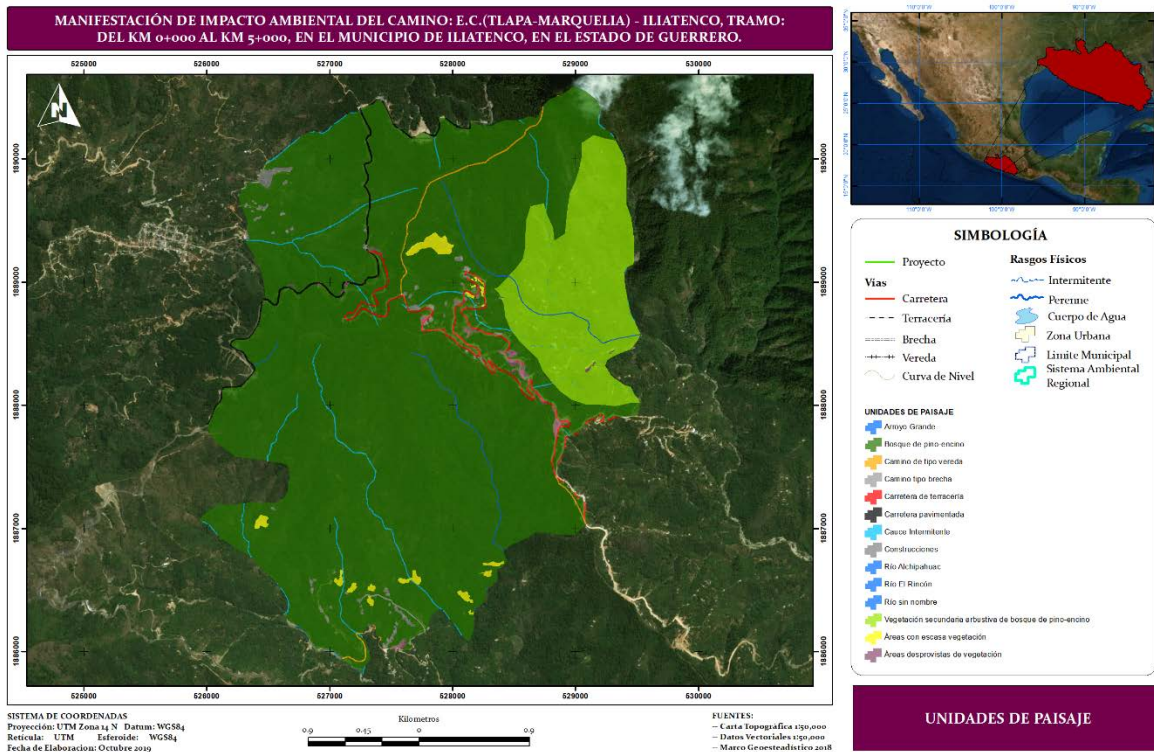
Fuente: SECIRA, 2019.

El 100% representa el indicador para la situación sin proyecto.

**Imagen V. 13.** Condición actual del Sistema Ambiental Regional con unidades de paisaje y sin proyecto con imagen en Google Maps.



**Imagen V. 14.** Imagen satelital de la condición actual del Sistema Ambiental Regional con unidades de paisaje y sin proyecto.



A continuación, se realizará un análisis una vez ingresado el área del proyecto, para ponderar la viabilidad y compatibilidad de la propuesta antes de su ingreso, cabe mencionar y recordar que se trata de una modernización de camino de terracería existente. Las siguientes son las unidades de paisaje que serán afectadas por el ingreso del trazo del proyecto:

**Tabla V. 43.** Afectación Total a las unidades de paisaje.

Unidades de paisaje	Área (hectáreas)	Porcentaje (%)
Bosque de pino-encino	2.884777	82.66%
Cauce Intermitente	0.006034	0.17%
Áreas con escasa vegetación	0.003733	0.11%
Áreas desprovistas de vegetación	0.00514	0.15%
Construcciones	0.004303	0.12%
Carretera de terracería	0.583747	16.73%
Camino de tipo vereda	0.002156	0.06%
<b>TOTAL</b>	<b>3.48989</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: SECIRA, 2019.

Como se puede observar en la tabla anterior, la mayor afectación por el trazo del proyecto (modernización de camino) se dará en el bosque de pino-encino con el 82.66% que corresponden con 2.88 hectáreas, y la carretera de terracería con el 16.73% es decir 0.58 hectáreas. La siguiente tabla evalúa la pérdida de estas unidades de paisaje:

**Tabla V. 44.** Ponderación regional a escala 1:7,500 una vez ingresado el proyecto.

UNIDADES AMBIENTALES	SUPERFICIE HA (SU)	SUPERFICIE ELIMINADA	SUPERFICIE REMANENTE	VALOR DE CONSERVACIÓN	SUPERFICIE EQUIVALENTE	ÍNDICE DE IMPACTO CON PROYECTO
Arroyo Grande	0.24	0.00	0.24	9	2.16	98.21%
Bosque de pino-encino	966.44	2.88	963.56	9	8672.00	
Camino tipo brecha	0.21	0.00	0.21	5	1.05	
Cauce Intermitente	2.05	0.006	2.04	9	18.40	
Áreas con escasa vegetación	8.93	0.004	8.93	7	62.48	
Áreas desprovistas de vegetación	4.52	0.005	4.51	5	22.57	
Construcciones	5.1	0.00	5.10	5	25.48	
Carretera pavimentada	2.88	0.00	2.88	5	14.40	
Río Alchipahuac	1.92	0.00	1.92	9	17.28	
Río El Rincón	1.65	0.00	1.65	9	14.85	
Río sin nombre	0.23	0.00	0.23	9	2.07	
Carretera de terracería	3.7	0.58	3.12	5	15.58	
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	152.22	0.00	152.22	7	1065.54	
Camino de tipo vereda	0.95	0.00	0.95	5	4.74	
<b>Total, en la Región</b>	<b>1151.04</b>	<b>3.49</b>	<b>1147.55</b>			
<b>Total, Superficie Equivalente con Proyecto</b>					<b>9938.60</b>	
<b>Total, Superficie Equivalente sin Proyecto</b>					<b>10119.84</b>	
<b>Ci</b>						

Fuente: SECIRA, 2019.

Esta aproximación fue hecha en SIG mediante una superposición de la huella de la propuesta de las obras propuestas para el camino: E.C. (Tlapa-Marquelia) - Iliatenco, Tramo: Del km 0+000 al km 5+000, en los Municipios de Malinaltepec e Iliatenco, en el Estado de Guerrero, a la resolución indicada las superficies de intervención por el proyecto existente.

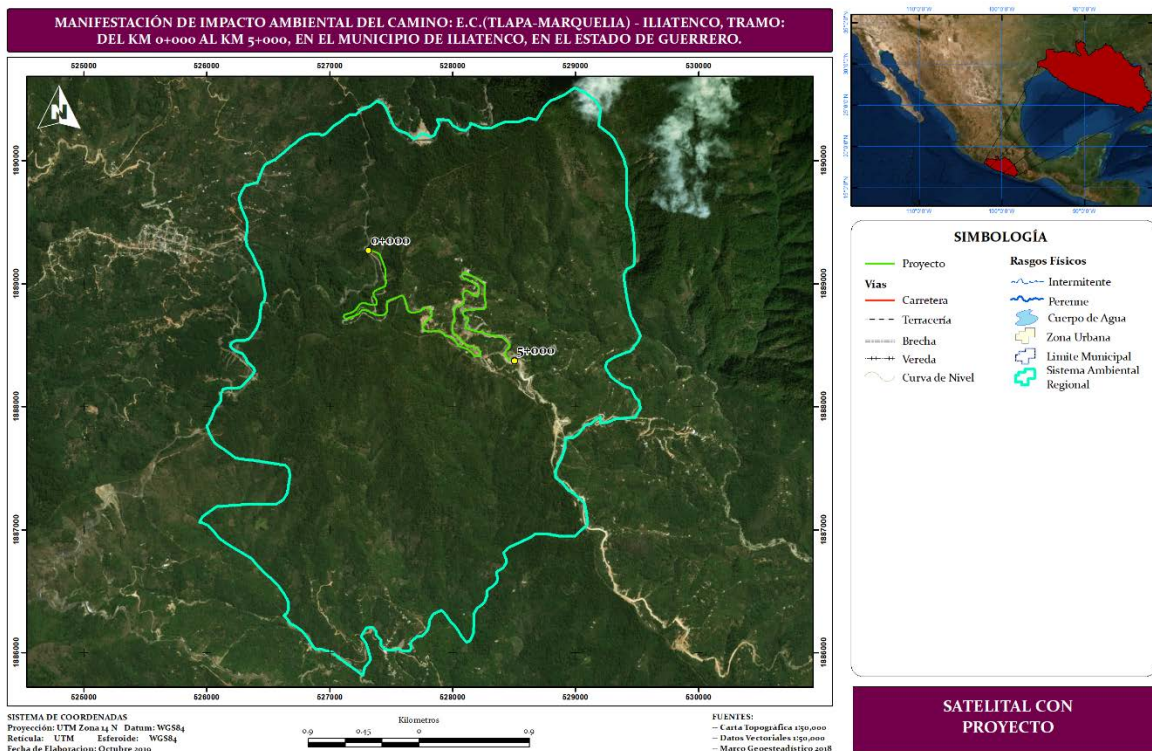
**Tabla V. 45.** Diferencia de coeficientes de impacto (pérdida de superficie equivalente).

ÍNDICE DE IMPACTO (CI) SIN PROYECTO	ÍNDICE DE IMPACTO (CI) CON PROYECTO	DIFERENCIA ENTRE SITUACIÓN CON Y SIN PROYECTO	DIAGNÓSTICO
100.00%	98.21%	1.79%	Compatible

Fuente: SECIRA, 2019.

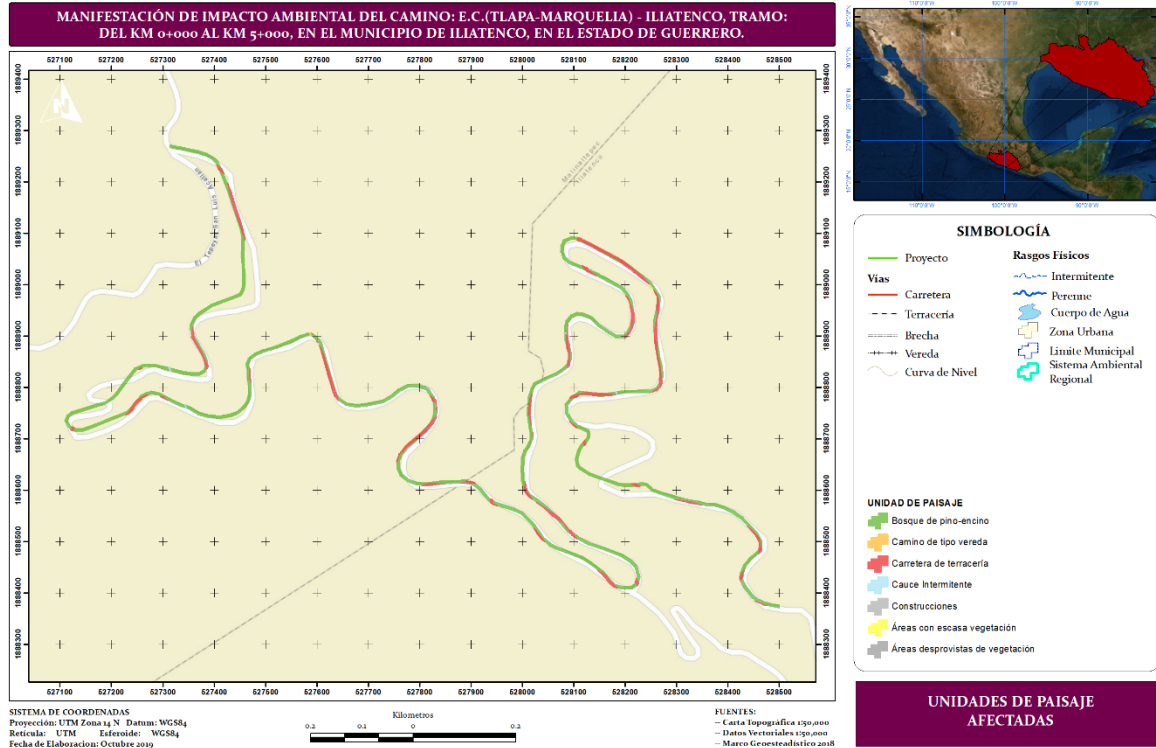
Utilizando este tratamiento se presenta una diferencia de coeficientes del 1.79% entre la situación sin proyecto y con proyecto existente. Se puede calificar el impacto, así valorado, como compatible. Toda vez que se trata de una modernización de camino, por ello el coeficiente de impacto indican la compatibilidad de esta modificación en el Sistema Ambiental Regional.

**Imagen V. 15.** Imagen satelital de la Modernización de camino.

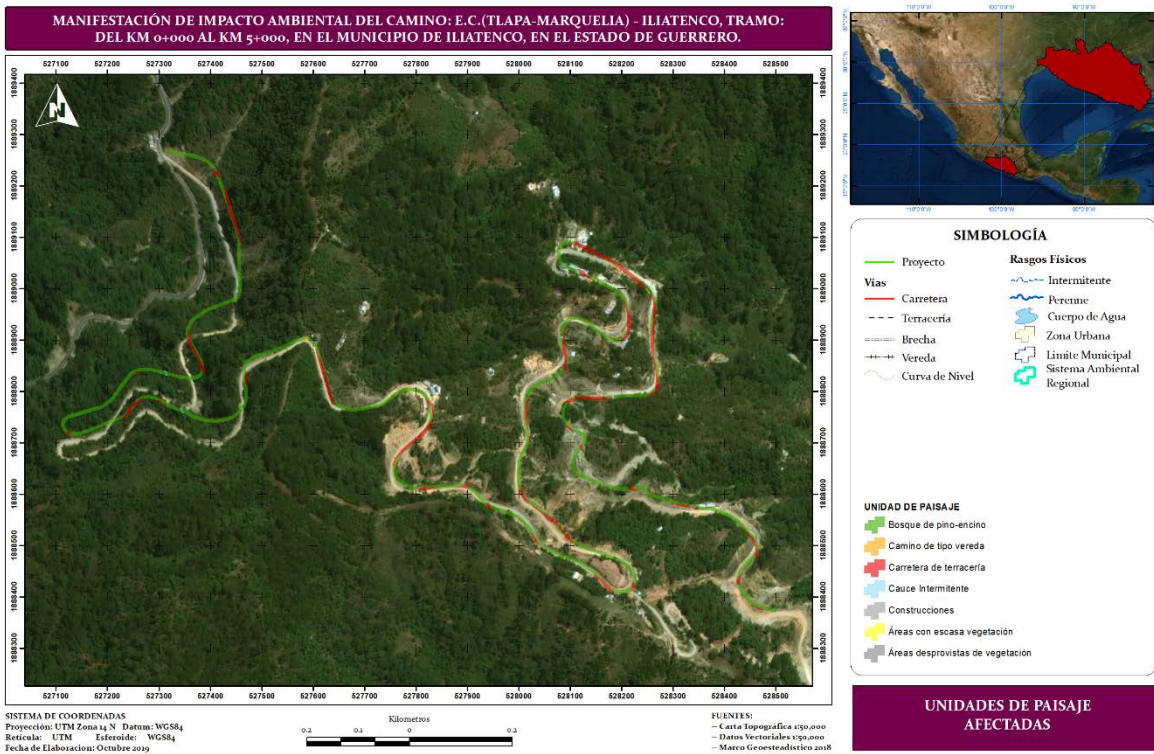




**Imagen V. 16.** Imagen de Google Maps con afectación del proyecto a las unidades de paisaje del Sistema Ambiental Regional.



**Imagen V.17.** Imagen satelital con la afectación a unidades de paisaje del Sistema Ambiental Regional.



#### V.4. Impactos Residuales.

La identificación y valoración de este tipo de impactos ambientales es fundamental, ya que en última instancia representan el efecto inevitable y permanente del Proyecto sobre el ambiente, en consecuencia, el resultado de esta sección, aporta la definición y el análisis del “costo ambiental” del Proyecto, entendiéndose por tal, la disminución real y permanente en calidad y/o cantidad de los bienes y servicios ambientales en el SAR. La identificación de dichos factores se llevó a cabo en función al atributo de la recuperabilidad, por lo que aquellos impactos que no podrán volver a su estado original, aún con la aplicación de medidas son considerados como impactos residuales.

Derivado de lo anterior el Proyecto generará los siguientes impactos residuales negativos:

- Pérdida de cobertura vegetal y uso del suelo.
- Perdida del hábitat
- Perdida de atributos geológicos y geomorfológicos
- Pérdida de horizonte superficial del suelo, con modificación permanente.

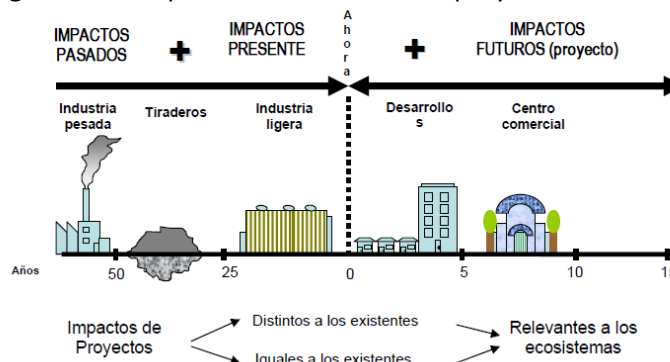
En cuanto a la calidad del aire es un factor que se afecta durante todo el proyecto, y que mantendrá esa afectación de forma permanente con el comportamiento derivado de la dispersión de contaminantes y nuevas aportaciones, principalmente, por el incremento del flujo vehicular.

#### V.5. Impactos Acumulativos.

En la evaluación del impacto ambiental es requisito el identificar, evaluar y describir los impactos acumulativos, es por ello por lo que se dedica la presente sección a su análisis. Es importante identificar los cambios ocasionados en el ambiente que se están generando o que ocurrieron como resultado de otras actividades humanas en la región y que pueden tener un efecto aditivo o acumulativo sobre los mismos componentes ambientales con los que el Proyecto interactúa.

El análisis de los impactos ambientales debe basarse en la determinación de las desviaciones de la “línea base o cero” originada por efectos aditivos (siguiente imagen). Para lo anterior, no es suficiente con evaluar los impactos ambientales del Proyecto, como si éste fuera la única fuente de cambio en el SAR, es importante identificar los cambios que se están generando o que ocurrieron como resultado de actividades humanas en la región y que pueden tener un efecto acumulativo sobre los mismos componentes ambientales con los que el Proyecto habrá de interactuar.

**Imagen V. 18.** Impactos acumulativos de proyectos de desarrollo.



Considerando que las matrices de interacción y las listas de chequeo tienen como limitante principal la identificación y evaluación de impactos acumulativos, se destaca que fueron identificados, con la aplicación de los diferentes métodos, con el juicio de expertos, matrices e interpretación geográfica, incorporados como atributo a valorar para cada impacto en la matriz de Evaluación de Impactos Ambientales, considerando la caracterización del SAR, de lo cual se identificaron los siguientes impactos acumulativos negativos, evaluados en la matriz de Evaluación de Impactos Ambientales y que serán retomados para su análisis dentro de las medidas de mitigación:

- Alteración mínima de la geomorfología.
- Pérdida de una superficie reducida de suelo.
- Pérdida mínima de cobertura vegetal.
- Pérdida de escasos individuos de la vegetación.
- Desplazamiento temporal de fauna silvestre fuera de las zonas del Proyecto.

Para el Proyecto se tienen los siguientes impactos que presentan conectividad y que algunos son resultado de la presencia de otros. De los impactos acumulados destacan los siguientes:

**Tabla V. 46.** Impactos identificados como acumulativos.

Impacto Ambiental	Descripción	Observación
Pérdida reducida de cobertura vegetal	La pérdida de la vegetación genera en secuencia efectos negativos en el sitio de obra, como son la movilidad de la fauna, o su ahuyentado; se promueven procesos de erosión en el sitio. Se pierde el hábitat.	Esta característica se presentara donde se ubica un nuevo trazo de la carretera.
Alteración mínima del relieve (geomorfología)	Los cambios por las nivelaciones mediante excavaciones, compactaciones y nivelaciones del Proyecto son procesos que difícilmente permiten regresar a su condición inicial y son, generalmente, la base para obras específicas.	En la zona es necesario ocupar toda la superficie que tiene el camino de terracería existente y particularmente para la rectificación de las curvas y delimitar el derecho de vía.
Pérdida puntual de suelos	La pérdida del horizonte superficial del suelo generada durante las actividades de excavaciones, nivelaciones y rellenos del Proyecto.	Se perderá las condiciones del suelo por la modificación del cambio del uso, exclusivamente, en áreas donde se requiera un trazo nuevo.
Reducción de la biodiversidad	Como consecuencia de la pérdida de vegetación y de hábitat para la fauna, obliga que ésta sea ahuyentada a otras zonas, provocando su salida del sitio específico de obra.	A consecuencia de la perdida de la vegetación y del suelo, así como del incremento de actividades antropogénicas se pierde la flora y la fauna se desplaza. Se pierden los elementos del hábitat; sin embargo, este proyecto generara mayores beneficios por el objetivo de comunicar a poblaciones dispersas y aisladas.
Disminución de hábitats	Como efecto de pérdida de vegetación y ahuyentado de la fauna, se pierden los elementos del hábitat y espacios ocupados por las especies, en un proceso ecosistémico.	Como consecuencia de la perdida de la vegetación y del suelo, así como del incremento de las actividades antropogénicas se pierde la flora y se desplaza la fauna. Se pierden los elementos que conforman el hábitat y los flujos del ecosistema se ven alterados.

Fuente: SECIRA, 2019.

## V.6. Conclusiones.

Al generar la Manifestación de Impacto Ambiental de la modernización del camino: E.C. (Tlapa-Marquelia) - Iliatenco, Tramo: del km 0+000 al km 5+000, en los Municipios de Malinaltepec e Iliatenco, en el Estado de Guerrero, se proponen oportunidades de atender las necesidades de comunicación de poblaciones aisladas y dispersas, la reducción del tiempo en su traslado, así como de manera simultánea, impulsar las fuentes de empleo desde la fase de preparación del sitio hasta su operación y mantenimiento, haciendo hincapié y puntualizando que se cumplirán los

lineamientos necesarios en materia ambiental, para garantizar que su realización sea factible y viable, ya que los procedimientos de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento buscan minimizar y atenuar cualquier tipo de impacto generado; complementando lo anterior con la aplicación de medidas de mitigación, prevención y compensación que permitirán un desarrollo compatible con su entorno natural. Asimismo, el proyecto se justifica ampliamente por su compatibilidad con el desarrollo regional, considerándose además la factibilidad con la vinculación con las normas y regulaciones vigentes sobre los usos de suelo establecidas a nivel Municipal, Estatal y Federal. A continuación, se presentan las conclusiones del proyecto:

- A. El proyecto que se pretende realizar corresponde a una modernización de un camino de terracería y ocupando la superficie afectada por el tránsito vehicular, con ello se busca ofrecer una comunicación, mayor movilidad de las comunidades y sus productos, así como mayor seguridad para los vehículos que circulan por esta futura vía de comunicación, disminuyendo los riesgos y accidentes.
- B. Los principales impactos ambientales irreversibles se presentarán en los atributos físicos del escenario ambiental, como son la geomorfología, suelo, y en la parte biótica la vegetación.
- C. La mayoría de los impactos ambientales identificados serán de una mínima magnitud e intensidad, de carácter puntual, temporales, reversibles y mitigables, con una escasa posibilidad de generar impactos significativos o acumulativos de importancia.
- D. La obra por incorporar se integra a un escenario el cual ha sufrido alteraciones previas, como la construcción y uso intensivo del camino de terracería, la sustitución de la cobertura vegetal y el desplazamiento de la fauna terrestre, aunado a la presencia humana por las actividades en las zonas agrícolas y ganaderas de la zona.
- E. El escenario futuro esperado, es contar con un sitio donde se siga fomentando el uso de vías de comunicación y la oferta de un servicio de mayor movilidad y seguridad para los vehículos que transitan por la zona.
- F. Es necesario establecer programas y acciones para la capacitación ambiental a todos los involucrados, principalmente en las fases previas que corresponde a la preparación y construcción generando un agente importante en la protección de los recursos faunísticos y florísticos locales, que coadyuven a reducir los impactos ambientales identificados.
- G. Es necesario establecer controles, como normas y reglamentaciones estrictas a la empresa constructora, a fin de evitar afectaciones innecesarias o irresponsables a los componentes bióticos, vegetación y fauna silvestre, y los atributos físicos, destacando el suelo.
- H. Las actividades indicadas en las medidas de mitigación deben iniciarse desde el principio del proyecto, de tal manera que, a la conclusión de la etapa de construcción, muchas de ellas ya muestren un avance considerable de su aplicación.
- I. Este proyecto está considerado dentro de los esquemas de sustentabilidad, de tal manera, que es compatible ambientalmente con su espacio físico y con la variable tiempo, lo cual permite tener una visión de su factibilidad ambiental y que ofrecerán múltiples y permanentes beneficios ambientales y sociales; en consecuencia, la integración del proyecto tendrá una mayor movilidad, seguridad y la disminución del aislamiento social y económico de diferentes núcleos habitacionales de la región adyacente.
- J. El proyecto, es compatible con las políticas en materia ambiental, federales y estatales, establecidos en el Plan de Desarrollo, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como las Normas Oficiales Mexicanas aplicables al proyecto.

---

Por todo lo expuesto anteriormente se concluye que el proyecto de la Modernización del Camino: E.C. (Tlapa-Marquelia) - Iliatenco, tramo: del km 0+000 al km 5+000, en los Municipios de Malinaltepec e Iliatenco, en el Estado de Guerrero, **ES VIABLE** desde los puntos de vista ambiental, social y económico.

## ÍNDICE DE CAPITULO.

<b>VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.</b>	<b>3</b>
<b>VI.1. Descripción de la medida o programa de medidas de la mitigación o correctivas por componente ambiental.</b>	<b>3</b>
MEDIDAS PARA LA BIODIVERSIDAD (FLORA Y FAUNA).	15
<b>MEDIDAS GENERALES DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.</b>	<b>21</b>
MEDIDAS PARA CONSERVAR Y PROTEGER EL HÁBITAT EXISTENTE DE LAS ESPECIES DE FLORA Y FAUNA SILVESTRE DE CONFORMIDAD CON LAS DISPOSICIONES LEGALES APLICABLES.	21
<b>VI.2. Programa de Vigilancia Ambiental.</b>	<b>28</b>
<b>VI.3. Seguimiento y Control (Monitoreo).</b>	<b>37</b>
<b>VI.4. Información necesaria para la fijación de montos para fianzas.</b>	<b>44</b>

## ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla VI. 1. Recursos forestales valorados para el proyecto.	4
Tabla VI. 2. Impactos identificados a los recursos forestales, flora y fauna.	5
Tabla VI. 3. Medidas de mitigación para los impactos identificados.	8
Tabla VI. 4. Factores de riesgo y medidas.	17
Tabla VI. 5. Método de Evaluación del hábitat (MEH) de fauna silvestre registrada.	19
Tabla VI. 6. Valor final obtenido para el índice de calidad de hábitat de fauna silvestre en el área.	19
Tabla VI. 7. Medidas de mitigación generales.	22
Tabla VI. 8. Medidas de mitigación por etapa, factor y componente.	23
Tabla VI. 9. Estrategias de mitigación para impactos negativos de acuerdo a la categoría de ecología.	24
Tabla VI. 10. Estrategias de mitigación para impactos negativos – Contaminación ambiental.	25
Tabla VI. 11. Estrategias generales de mitigación – Ecología.	25
Tabla VI. 12. Estrategias generales de mitigación – Contaminación ambiental.	25
Tabla VI. 13. Estrategias generales de mitigación - Aspectos estéticos.	26
Tabla VI. 14. Estrategias generales de mitigación - Aspectos de interés humano.	27
Tabla VI. 15. Ejemplo de Plan de Manejo propuesto (Este se modificará conforme a las necesidades)	30
Tabla VI. 16. Seguimiento y control de las medidas generales.	38
Tabla VI. 17. Seguimiento y control de las medidas de mitigación.	39
Tabla VI. 18. Costos de referencia para compensación ambiental	44
Tabla VI. 19. Costo de la planta	44
Tabla VI. 20. Número de plantas por hectárea.	44
Tabla VI. 21. Acuerdo por el que se establecen los niveles de equivalencia.	45
Tabla VI. 22. Información para montos de fianzas	47

## ÍNDICE DE IMÁGENES.

Imagen VI. 1. Tabla de medidas de mitigación.	4
Imagen VI. 2. Medidas de prevención, mitigación y compensación para las actividades de desmonte y despalme.	7
Imagen VI. 3. Ejemplo de infiltración de agua en el proyecto y áreas aledañas	9
Imagen VI. 4. Esquema de infiltración del agua.	10
Imagen VI. 5. Obtención de formula a partir de una forma cilíndrica.	10
Imagen VI. 6. Erosión eólica en el desmonte.	12
Imagen VI. 7. Erosión eólica en el despalme.	12
Imagen VI. 8. Ejemplo de terraza individual.	13
Imagen VI. 9. Formula de volumen para un cilindro	13
Imagen VI. 10. Forma representada de una terraza individual	13
Imagen VI. 11. Limpia y traslado de las plantas.	16

---

Imagen VI. 12. Elementos del Programa de manejo y monitoreo ambiental. .... 31

## VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.

### VI.1. Descripción de la medida o programa de medidas de la mitigación o correctivas por componente ambiental.

Las medidas de mitigación son trascendentales para la prevención y/o remediación de los efectos negativos generados por las actividades del proyecto. La implementación puntual en cada una de las etapas, aunado a su integración en programas de conjunto, desde la selección del sitio, hasta el abandono del proyecto, permite la disminución de los impactos ambientales, estas son una herramienta para prevenir, controlar, atenuar, corregir o compensar los impactos ambientales generados, donde el conjunto de medidas de mitigación generará efectos benéficos con la capacidad de movilizar la respuesta positiva hacia otros factores ambientales, e inclusive ofrecen un efecto atenuador de otros impactos indirectos, derivados de las actividades del proyecto. Las medidas pueden incluir uno o varios de los beneficios siguientes:

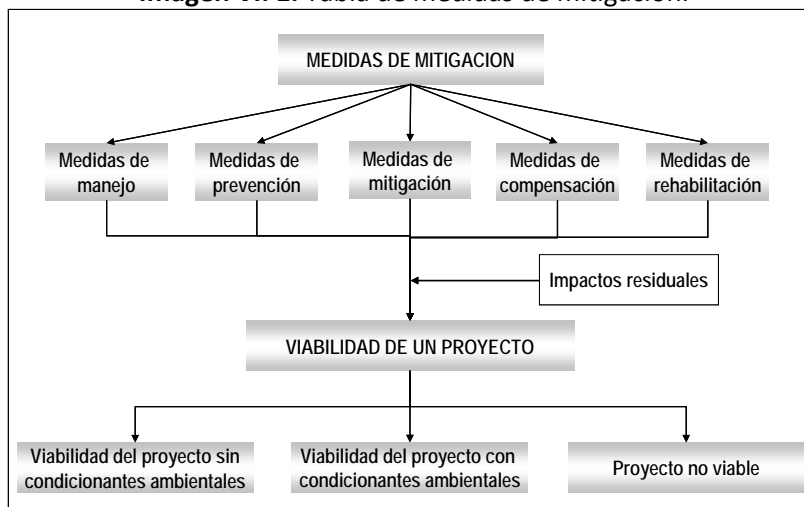
1. Evitar el impacto total, al no desarrollar todo o parte de un proyecto.
2. Minimizar los impactos, al limitar la magnitud del proyecto.
3. Rectificar el impacto reparando, rehabilitando o restaurando el ambiente afectado.
4. Reducir o eliminar el impacto a través del tiempo, por la implementación de operaciones de preservación y mantenimiento durante la vida útil del proyecto.
5. Compensar el impacto producido por el reemplazo o sustitución de los recursos afectados.

Las medidas de mitigación se clasifican de la siguiente forma, mostrando el grado en que será abatido cada impacto adverso:

1. **Medidas preventivas.** Estas acciones evitan efectos previsibles de deterioro en el ambiente.
2. **Medidas de rehabilitación.** Son programas de conservación y cuidado que se deberán llevar a cabo una vez terminado el proyecto o algunas obras o actividades específicas de éste o sus etapas, para conservar la estructura y funcionalidad del área donde se ejecutará el proyecto.
3. **Medidas de compensación.** Estas medidas no evitan la aparición del efecto, pero contrapesa de alguna manera la alteración del factor, son aplicadas a impactos irrecuperables e inevitables.
4. **Medidas de reducción.** Con la aplicación de estas medidas los daños que se puedan ocasionar al ecosistema se encontrarán entre los niveles mínimos.



**Imagen VI. 1.** Tabla de medidas de mitigación.



Fuente: SECIRA, 2019.

**RECURSOS FORESTALES EXISTENTES EN EL PROYECTO.**

Se define recursos forestales como “La vegetación de los ecosistemas forestales, sus servicios, productos y residuos, así como lo suelos de los terrenos forestales y preferentemente forestales”. Y servicios ambientales se definen como “los que brindan los ecosistemas forestales de manera natural o por medio del manejo sustentable de los recursos forestales, tales como: la provisión del agua en calidad y cantidad; la captura de carbono, de contaminantes y componentes naturales; la generación de oxígeno; el amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales; la modulación o regulación climática; la protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida; la protección y recuperación de suelos; el paisaje y la recreación, entre otro”.

Considerando lo dicho, a continuación, se presenta los recursos forestales que pudieran sufrir algún daño por la ejecución del proyecto.

**Tabla VI. 1.** Recursos forestales valorados para el proyecto.

COMPONENTE	SISTEMA	FACTOR	RECURSO	DESCRIPCIÓN
FLORA Y FAUNA	Biológico	Flora	Vegetación	Este término es referido a todo tipo de vegetación (plantas) que pertenecen específicamente a una región geográfica determinada, sobre todo cuando se trata de plantas endémicas o autóctonas de una zona específica, referido a las plantas que nacen allí y es muy poco probable que se observen en otra región por sí solas.
		Fauna	Animales	Es el conjunto de animales que son originarios o propios de una zona o región geográfica determinada, en este campo se incluye a todas las especies que existen en ese espacio específico, pudiéndose encontrar en un sistema ecológico determinado.
RECURSOS FORESTALES	Físico	Suelo	Materia orgánica	El término "humus", designa a las sustancias orgánicas variadas, de color pardo y negruzco, que resultan, preponderantemente, de la descomposición de materias de origen exclusivamente vegetal, tiene efecto sobre las propiedades físicas del suelo, formando agregados y dando estabilidad estructural, uniéndose a las arcillas, favoreciendo la penetración del agua y su retención, disminuyendo la erosión y favoreciendo el intercambio gaseoso.
		Agua	Agua en cantidad y calidad	En términos de calidad, distribución en el tiempo y cantidad, para uso urbano, rural, industrial e hidroeléctrico, mediante protección y uso sostenible de acuíferos, manantiales, fuentes de agua en general, protección y recuperación de cuencas y microcuencas, etc.

COMPONENTE	SISTEMA	FACTOR	RECURSO	DESCRIPCIÓN
	Ambiental	Servicios ambientales	Hábitat	Es el espacio que ocupa una población o especie específica, así mismo reúne las condiciones adecuadas para que la especie pueda residir y reproducirse, perpetuando su presencia.
			Biodiversidad	Servicio global sobre el cual se fundamenta la sobrevivencia de los recursos naturales- mediante su protección y uso sostenible, conservación de ecosistemas y procesos ecológicos de los cuales se deriva la diversidad biológica y formas de vida, así como acceso a elementos de la biodiversidad para fines científicos y comerciales.
			Generación de oxígeno	Los árboles, arbustos y hierbas, como todo organismo vegetal, mediante la fotosíntesis absorben el CO <sub>2</sub> , fijan el carbono en biomasa (es decir, crecen), y liberan oxígeno.
			Amortiguamiento de fenómenos naturales	La biodiversidad que existe en el Bosque de Pino-Encino puede reducir la vulnerabilidad de una zona a los desastres naturales. Es indispensable asegurar la cobertura boscosa y el manejo de las áreas, ya que contribuye a reducir la compactación de los suelos mejorando así su capacidad de absorción, disminuyendo la escorrentía superficial, los deslaves, derrumbes e inundaciones en zonas bajas, ayudando a reducir las condiciones que favorecen los incendios y a proteger contra sequías y la desertización.
			Regulación climática	En la regulación del clima global participan todos los sistemas de la naturaleza: atmósfera e hidrosfera (sobre los océanos), la criósfera (hielo, nieve), litosfera (corteza terrestre) y biosfera. En las últimas décadas, también el ser humano (como causante del aumento en la emisión de gases de efecto invernadero, como el dióxido de carbono y el metano) se ha convertido en un factor que afecta al clima.
			Captura de carbono	Los bosques almacenan y secuestran carbono, contribuyendo a reducir el calentamiento global mediante la disminución de los gases de efecto invernadero. A través de su gestión sostenible, son importantes sumideros de estos gases, por lo que funcionan como amortiguadores del impacto que ocasionan los cambios climáticos.
			Paisaje	Referida específicamente a la belleza escénica, derivada de la presencia de bosques, paisajes naturales y elementos de la biodiversidad, que son los atractivos.

Fuente: SECIRA, 2019.

Enfocándonos específicamente en el proyecto, se puede mencionar que el tipo de vegetación forestal dentro del área del proyecto pertenece al Bosque de Pino-Encino, así como el recurso suelo.

**Tabla VI. 2.** Impactos identificados a los recursos forestales, flora y fauna.

ACTOR	IMPACTO
RECURSOS FORESTALES	Reducción de la cobertura vegetal
	Disminución de la cantidad de agua
	Disminución de la captura de carbono
	Disminución de generación de oxígeno
	Modulación o regulación climática
FLORA	Desaparición de la protección al suelo
	Afectación a la abundancia
FAUNA	Afectación a la abundancia
	Desplazamiento de individuos

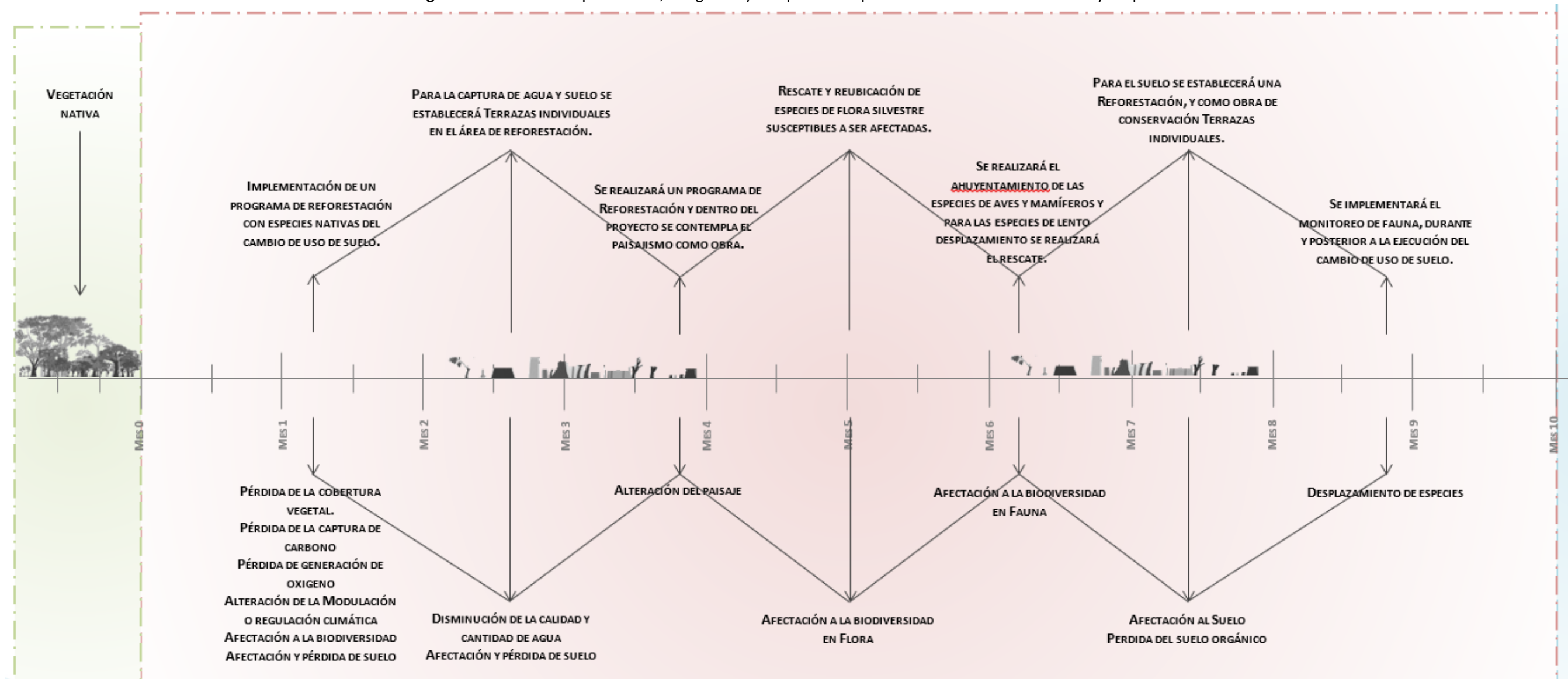
Fuente: SECIRA, 2019.

De manera convencional se entiende como medidas contra impactos a todas aquellas acciones realizadas con el fin de prevenir, reducir y remediar la afectación al ambiente. Por lo que el objetivo del presente capítulo se enfoca en las medidas propuestas para contrarrestar los efectos ocasionados por la ejecución del proyecto. Las medidas de mitigación propuestas se consideran como una estrategia de protección y conservación ambiental siendo que las medidas a aplicar han sido enfocadas a las etapas comprendidas del proyecto.

---

El siguiente esquema contempla los procesos, así como los impactos y medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas; cabe resaltar que para interpretar dicho esquema se explica que en la parte central horizontal se presenta una línea de tiempo correspondiente al plazo estimado para llevar a cabo los procesos, en la parte inferior de esta se presentan los impactos potencialmente identificados y en la parte superior las medidas propuestas para contrarrestar dichos impactos.

Imagen VI. 2. Medidas de prevención, mitigación y compensación para las actividades de desmonte y despalme.



A continuación, se presenta un cuadro en el que se establecen los compromisos a realizar para prevenir mitigar y/o compensar los principales impactos ambientales identificados para cada una de las etapas de desarrollo del proyecto, como sería el cambio del uso del suelo.

- Medidas para los impactos identificados sobre los recursos forestales, flora y fauna.

**Tabla VI. 3.** Medidas de mitigación para los impactos identificados.

MEDIDAS PARA LOS IMPACTOS IDENTIFICADOS					
FACTOR	IMPACTO		MEDIDA		TIPO DE MEDIDA
	CONCEPTO	CANTIDAD	CONCEPTO	CANTIDAD	
<b>DESMONTE</b>					
Recursos forestales	Disminución de la cobertura vegetal	Superficie de Cambio de Uso de Suelo.	Implementar un programa de reforestación con especies de mayor abundancia y tolerancia	Se propone una reforestación en el derecho de vía y zonas prioritarias.	Compensación
	Disminución de la captura de carbono	Se estima una escasa pérdida de biomasa aérea		Se estima una ganancia de carbono y biomasa aérea.	Compensación
	Disminución de generación de oxígeno	Se estima la pérdida de oxígeno por el Cambio de Uso de Suelo.		Con la medida se estima una ganancia de oxígeno.	Compensación
	Alteración de la Modulación o regulación climática	Se removerán individuos del estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo.	Implementar un programa de reforestación con especies de mayor abundancia y tolerancia	Se reforestarán individuos y se rescatarán individuos susceptibles.	Compensación
	Afectación a la biodiversidad		Implementar un programa de reforestación y rescate de flora.		Compensación
	Pérdida del suelo orgánico	Se estima una pérdida de suelo.	Se propone la realización de un programa de obras de conservación de suelos.	Habrà pérdida del suelo somero, no obstante, se realizará su rescate.	Compensación
	Alteración del paisaje	Superficie de Cambio de Uso de Suelo.	Se realizará el manejo del paisaje	Un objetivo del proyecto es conservar el paisaje y mejorar el existente	Compensación
Flora	Afectación a la biodiversidad	Se removerán individuos de los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo.	Rescate y reubicación de especies de flora silvestre.	Se realizará un programa de rescate y reubicación de individuos susceptibles.	Mitigación
			Rescate y reubicación de especies de flora silvestre con estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010	No existen especies con estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010, no obstante, se considera el rescate.	Mitigación
Fauna	Afectación a la biodiversidad	Afectación (1 con categoría de protección) y 1 individuo de mamíferos.	Ahuyentado y rescate de especies de fauna silvestre, principalmente aves y mamíferos	Se tiene el programa de ahuyentado y rescate de especies de fauna dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010	Prevención
<b>DESPALME</b>					
Recursos forestales	Afectación al suelo	Hectáreas de Cambio de Uso de Suelo.	Se rescatará y resguardará el suelo fértil y material orgánico que resulte de la ejecución del despalme.	Se tiene el programa de rescate de suelo, donde se describe la técnica y la cantidad de suelo a remover	Mitigación
Fauna	Desplazamiento de especies	Afectación la fauna silvestre	Se implementará el monitoreo de fauna, durante y posterior a la ejecución del despalme.	Monitoreo de las especies de fauna reportadas en las áreas del proyecto	Mitigación y compensación
<b>TRANSPORTE DE MATERIAL ORGÁNICO</b>					
Recursos forestales	Afectación al suelo y Pérdida del suelo orgánico	Pérdida potencial de material fértil producto del despalme.	Se rescatará y resguardará el suelo fértil y material orgánico derivado del despalme	Ejecutar el programa de rescate de suelo y conservar el material orgánico.	Mitigación

Fuente: SECIRA, 2019.

**Nota:** Cabe señalar que la calendarización de cada actividad y sus costos, se encuentran señalados(as) dentro del programa respectivo.

Para la realización del proyecto se requiere aplicar un conjunto de medidas, preventivas, mitigación y compensación por los impactos negativos que pudieran generarse por su ejecución; a continuación, se describen los resultados esperados de las medidas de mitigación. De acuerdo con el tipo de suelo, textura y al manual de protección, restauración y conservación de los suelos se obtiene la cantidad de retención de agua y azolve en  $m^3$ , que puede retener la obra, aguas arriba.

## AGUA

Actualmente existe una infiltración adecuada por la presencia de la vegetación natural, la cual, al momento de la incorporación del proyecto, se reducirá parcialmente en su infiltración local, pero escurrirá hacia los afluentes adyacentes de la futura vía mejorada de comunicación; en ese sentido la naturaleza del proyecto durante la ejecución del cambio de uso de suelo el agua se seguirá filtrando dentro y fuera del mismo. Cabe destacar que el área a ocupar representa solo una superficie mínima del total de la cuenca hidrológica.

### Captación de Agua *In-situ*.

La propia naturaleza del proyecto evita que se lleve a cabo una pérdida de infiltración *in-situ*, ya que como se mencionó, el objetivo es ejecutar el cambio de uso de suelo forestal a una superficie de un mejoramiento del camino; durante la remoción vegetal, su estructura favorecerá el escurrimiento del agua precipitada aguas arriba y hacia los escurrimientos existentes incluso en la cuneta y drenaje de la carretera, por lo que la cantidad de agua que cae en esa zona seguirá conservándose. La precipitación que alcanza la superficie colindante a la obra se infiltrará, en el caso de que el grado o proporción de la caída de agua sea superior a la capacidad de este, el agua comenzará a acumularse en pequeñas depresiones, a este hecho se le conoce como retención superficial; parte de esta agua se evaporará a la atmosfera y el resto se infiltrará lentamente en el suelo.

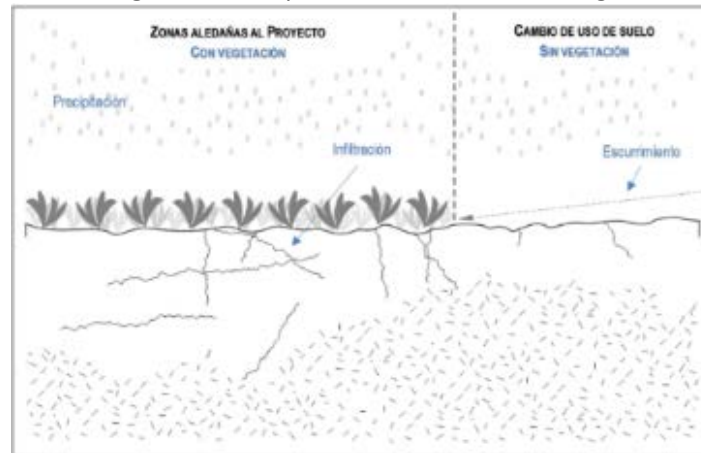
**Imagen VI. 3.** Ejemplo de infiltración de agua en el proyecto y áreas aledañas



Fuente: SECIRA, 2019.

Así mismo, se destaca que las condiciones físicas de las zonas, tipo de suelo, clima y precipitación contribuyen a su retención. Por la que se reitera, el agua que se escurrirá no se perderá, debido a que el agua que cae en las áreas sin vegetación se infiltrará en las oquedades del subsuelo, con roca fragmentada y sustrato permeable.

**Imagen VI. 4.** Esquema de infiltración del agua.



Fuente: SECIRA, 2019.

Debido a la magnitud de precipitación es escasa la posibilidad de que el agua acumulada no se evapore o se infiltre, pero en caso contrario se realizarán obras en las cunetas, para facilitar la movilidad y absorción del agua y permitir la infiltración *in-situ* y no salga de la unidad de análisis.

**Medida**

*Programa de conservación de suelos y reforestación.*

#### **OBRAS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS:**

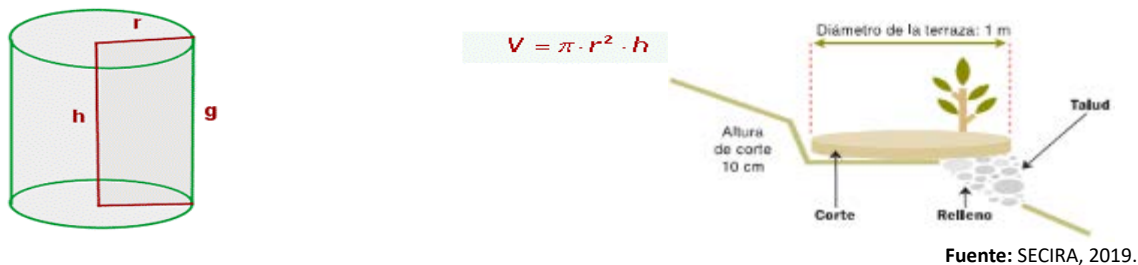
Dentro de la reforestación se propone la elaboración de bordos aguas arriba de la obra, cuyo objetivo incluye la retención de agua. Por lo que, si se llegase a perder infiltración, con la ejecución de las obras mencionadas, se garantiza la retención de agua.

#### **TERRAZAS INDIVIDUALES.**

##### **Metodología:**

Ahora bien y en el caso de necesitar terrazas individuales, se tomó en cuenta las dimensiones de propuestas dentro del manual de conservación de suelos (área circular de 1m., por 10cm., de profundidad), tomando como fórmula para sacar el volumen del cilindro, como se muestra en la figura siguiente:

**Imagen VI. 5.** Obtención de fórmula a partir de una forma cilíndrica.



Tomando la fórmula y sustituyendo valores tenemos:

$$V = 3.1416 * 0.5 * 0.1$$
$$V = 0.079 \text{ m}^3$$

Datos por considerar:

- Se calcula una retención de **0.079m<sup>3</sup>/ha.**, por cada terraza.
- Las dimensiones de las terrazas circulares son 1 m de diámetro por 10 cm de profundidad.

Para compensar las actividades relacionadas con el proyecto y con el recurso agua, se considera la implementación de terrazas individuales correspondientes a los ejemplares a reforestar, aguas arriba de la obra.

### REFORESTACIÓN

Se emplea una reforestación con el objetivo de compensar los impactos ocasionados por la remoción de la vegetación forestal. Esta obra trae consigo beneficios tales como:

- Balance de dióxido de carbono. Las actividades de reforestación promueven el agotamiento gradual del CO<sub>2</sub> de la atmósfera a través de la absorción durante la fotosíntesis. Esto a su vez reduce su concentración en la atmósfera. El proceso de fotosíntesis libera oxígeno y, por lo tanto, ayuda a mantener el equilibrio CO<sub>2</sub>/O<sub>2</sub>. Menos dióxido de carbono significa menos contaminación y menos calentamiento global.
- Erosión del suelo. Los árboles evitan o reducen la erosión del suelo y la contaminación del agua. Las raíces de los árboles sirven como redes naturales extendiéndose ampliamente en la tierra para mantener el suelo en su lugar. A medida que se evita la escorrentía del suelo, se retienen los nutrientes esenciales y el suelo sigue siendo fértil. De hojas caídas y ramas secas los árboles agregan abono al suelo.
- Mantener el ciclo del agua. Los bosques y selvas mantienen el ciclo del agua del área al absorber la humedad a través de las hojas y las raíces. Son un sistema de almacenamiento natural de agua de lluvia y ralentizan la aridez atmosférica. Los árboles evitan que los lagos de agua dulce pierdan humedad y se sequen.
- Transpiración. Los árboles liberan parte del agua que absorben como vapor de agua a través de sus hojas. Este es el proceso de transpiración; esto ayuda a restaurar la humedad de la atmósfera y ayuda a mantener la temperatura en el entorno local.
- Para demostrar que se obtiene un beneficio de la reforestación en el contexto de infiltración de agua, se realizó el cálculo de balance hídrico considerando un escenario previo a la reforestación y posterior a esta, cuyo resultado de su diferencia, es la infiltración ganada.

### SUELO

#### Medida

#### Programa de rescate del suelo orgánico

Como se menciona, el proyecto pretende el rescate y resguardo del material orgánico para posteriormente ser utilizado. Lo que indica que **será posible de atender la pérdida de suelo**. El suelo orgánico rescatado será utilizado en su momento para el área de reforestación, con el fin de propiciar la revegetación herbácea y arbustiva. Es importante recordar que las especies herbáceas anuales necesitan tan solo un poco de humedad para emerger y ocupar los espacios disponibles, entonces el suelo estará anclado por las raíces de dichos individuos, así mismo el desmonte se realizará paulatinamente para evitar la dispersión de partículas de suelo y la materia orgánica se retirará a través de medios mecánicos. Durante el levantamiento de información en campo se obtiene un promedio de profundidad del suelo desde los 5 a los 10 cm., descansando directamente



sobre las rocas y dependiendo del relieve de cada sitio, para obtener una cantidad promedio de material orgánico a remover se considera una profundidad de 7 cm; así mismo se propone la colocación de contenedores para el almacenamiento de los residuos, evitando su mala disposición y, por tanto, evitar la contaminación al suelo con hidrocarburos o con residuos sólidos.

**Medida** || Programa de conservación de suelos y reforestación

### EROSIÓN EÓLICA.

Las actividades como el desmonte y despalme deben impedir la pérdida del suelo. Durante la remoción de vegetación, la materia orgánica se encuentra sobre la superficie afectada, cumpliendo como una capa protectora contra el viento.

**Imagen VI. 6.** Erosión eólica en el desmonte.



Fuente: SECIRA, 2019.

Así mismo, como medida contra impactos se propone el riego de la superficie ocupada por el mejoramiento del camino durante el despalme, por lo que dicha operación propiciara una compactación ligera y temporal del suelo, evitando su pérdida por acción del viento.

**Imagen VI. 7.** Erosión eólica en el despalme.



Fuente: SECIRA, 2019.

### EROSIÓN HÍDRICA.

Una de las medidas de mitigación contempladas en el Programa de Conservación de Suelos y Reforestación, es la implementación de **terrazas individuales para los individuos a reforestar**, dicha obra ayuda a la retención de suelo, aumentando la infiltración y favoreciendo el crecimiento de las especies plantadas.

**Imagen VI. 8.** Ejemplo de terraza individual.



Fuente: SECIRA, 2019.

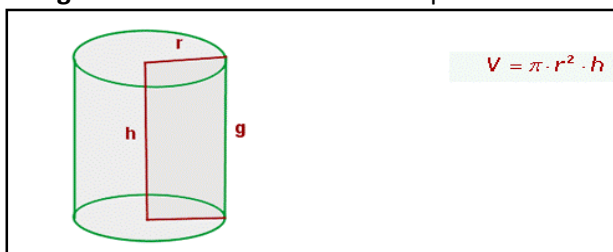
De acuerdo al tipo de suelo y al manual de protección, restauración y conservación de suelos forestales se obtuvo la cantidad de retención de azolve por terraza individual, el cual tiene una capacidad de azolve de 0.11 toneladas por pieza.

### TERRAZAS INDIVIDUALES

#### Metodología:

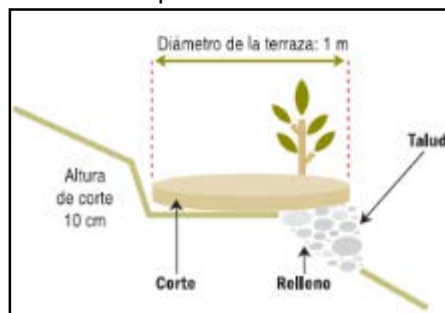
Se tomó en cuenta las dimensiones de propuestas dentro del manual de conservación de suelos (área circular de 1 m., por 10 cm., de profundidad), tomando como fórmula para sacar el volumen, la del cilindro, como se muestra en la figura siguiente:

**Imagen VI. 9.** Formula de volumen para un cilindro



Fuente: SECIRA, 2019.

**Imagen VI. 10.** Forma representada de una terraza individual



Fuente: SECIRA, 2019.

## MEDIDAS PARA SERVICIOS AMBIENTALES.

### SERVICIOS AMBIENTALES

#### CUBIERTA VEGETAL

##### Medida

*Programa de reforestación*

Retomando lo presentado por la plataforma Global Forest Watch, se establece que desde el 2001 al 2017 el ecosistema no presenta pérdida de cobertura vegetal, así como no presenta ganancia de esta. La implementación de la **reforestación** pretende compensar la vegetación removida por la ejecución del proyecto, por lo que podría ser un indicativo que favorecerá el crecimiento y éxito de la plantación pretendida.

#### FRAGMENTACIÓN DEL HÁBITAT

##### Medida

*Conservación de áreas verdes dentro del proyecto*

Dada la naturaleza y tamaño del proyecto siendo una construcción para modernizar un camino de terracería y favorecer la movilidad de los vehículos, no se provocará un efecto borde o una barrera que impida el movimiento biológico. Esto es debido a que la superficie propuesta comprende una forma limitada, sin dividir totalmente al ecosistema, así mismo, dentro de sus estructuras el proyecto contempla la conservación de las superficies adyacentes con cobertura vegetal original cuya función será del resguardo permanente y temporal de la flora y fauna silvestre. Esta última no obtendrá un obstáculo el cual no les permita desplazarse por el hábitat. La superficie donde se pretende hacer la remoción no ocupa una superficie considerable dentro del hábitat que los rodea, como para ocasionar fragmentación del hábitat o pérdida de conectividad. En ese sentido el proyecto no tendrá un impacto significativo sobre el hábitat.

#### PAISAJE

##### Medida

*Programa de reforestación  
Manejo del paisaje*

Se ha demostrado que la flora nativa se recupera paulatinamente, no obstante, se establecen medidas contra impactos que aceleren el proceso de rehabilitación de dichas zonas, por lo que se plantea lo siguiente:

1. Durante el proyecto se establecerán contenedores de residuos para evitar la contaminación visual, así como del suelo y agua.
2. Se realizará el resguardo de la maquinaria al final de la jornada.
3. Evitar la afectación de las zonas aledañas al proyecto y que no estén contempladas para el cambio.
4. Se contemplan áreas específicas para el establecimiento de zonas a reforestar, en las cuales, se realizarán actividades de mejoramiento de suelos y se llevará a cabo la plantación de árboles, cubiertas y arbustos, utilizando principalmente especies nativas de la zona.
5. Como compensación, se propone reforestar una superficie similar al cambio de uso de suelo.

De manera adicional como medida de prevención, se prevé el ahuyentado de fauna y el rescate de especies florísticas presentes en las áreas de cambio, principalmente de valor ecológico, ambiental y cultural, para luego ser reubicadas a una distancia menor a 200 metros de la periferia del proyecto.

#### **CAPTURA DE CARBONO**

##### **Medida**

##### *Programa de reforestación*

Con el fin de compensar la cantidad de carbono que se dejará de captar con la pérdida de cobertura vegetal y el contenido de carbono en la biomasa aérea que se emitirá a la atmósfera en la etapa del desmonte, se establece como medida de mitigación una reforestación con especies similares a las del área ocupada por el proyecto, es decir especies nativas. La superficie propuesta para reforestar necesaria para compensar los impactos es con una densidad de plantación que se dará en individuos/ha, utilizando el método de tres bolillo.

#### **OXÍGENO**

##### **Medida**

##### *Programa de reforestación*

Una vez realizada la reforestación y empleando los cálculos de obtención de oxígeno se tendrá una generación de O<sub>2</sub>; compensando al 100% lo que se pudiera perder por la ejecución del proyecto.

#### **MEDIDAS PARA LA BIODIVERSIDAD (FLORA Y FAUNA).**

##### **FLORA**

##### **ACTIVIDADES DE RESCATE, REUBICACIÓN Y MONITOREO DE FLORA.**

Para garantizar la sobrevivencia de las plantas durante el rescate y reubicación se designará a una cuadrilla integrada por cinco personas, conformada por personal de la localidad que tenga experiencia en campo y conozca el área de influencia del proyecto, para apoyar a la cuadrilla en el rescate y localización de sitios de reintroducción de las especies, así como en el desarrollo de actividades de rescate. Se realizará un recorrido antes de iniciar las actividades de preparación del sitio, a fin de identificar las plantas que serán rescatadas. No se efectuará el desmonte sin que la cuadrilla de rescate haya determinado los núcleos vulnerables, por lo que las actividades de la obra estarán programadas junto con el rescate. Durante el recorrido se marcarán los individuos por especie para su reconocimiento y posterior reubicación, considerando la exposición. A continuación, se describen las técnicas de rescate.

##### **Características de los individuos a ser rescatados:**

- Que se ubiquen en bancos de germoplasma cercanos al trazo del proyecto.
- Que las dimensiones y grado de madurez faciliten su movilización sin provocar daños mecánicos en la planta.
- Plantas cuyo sistema radicular no sea muy extendido y puedan ser extraídas sin causar daños.
- Especies que presenten un grado de desarrollo juvenil o inferior, para asegurar un mayor tiempo de permanencia dentro del área.
- Que presenten un buen desarrollo fitosanitario y libres de daños, plagas y/o enfermedades.
- Que resistan el estrés por la manipulación temporal.

### ACTIVIDADES DE RESCATE

Una vez que se identifiquen y marquen las plantas susceptibles de rescate, éstas se removerán manualmente del árbol o tronco en el que estén, mediante el siguiente procedimiento:

- Ubicar las plantas epífitas en los árboles que serán derribados.
- Remover las plantas de forma manual y con mucho cuidado, para evitar causar daños a las raíces en el caso de las epífitas. La remoción consistirá en hacer una incisión circundante en la corteza para poder remover el organismo, el cual se sujeta de la base para mantener su integridad al momento de separarlo. Si la planta epífita está sujeta a ramas muy delgadas o ya secas, podrán desprenderse junto con estas, lo cual disminuye el estrés y los daños a la planta. Para la remoción y descenso de epífitas muy altas será necesario el uso de garrochas, escaleras o cortando las ramas completas.

Una vez removida del árbol, la planta rescatada deberá ser limpiada y liberada de los remanentes de la corteza del árbol hospedero, así como de materia orgánica y restos secos de las plantas (hojas, varas florales, etc.), ya que pueden favorecer la aparición de enfermedades.

**Imagen VI. 11.** Limpia y traslado de las plantas



1. Las epífitas se envolverán en hojas (periódico u hojas verdes), se amarrarán en manojos no muy apretados, a los cuales se les atará una etiqueta rotulada con el número, fecha, y se transportarán en huacales o cajas de cartón al albergue temporal. Con la remoción, las plantas sufren daños en su sistema radicular, por lo que se recomienda no humedecer las plantas ni las raíces en las primeras 12 horas después de la colecta, ni exponerlas a iluminación solar.
2. La reubicación de las plantas será de manera inmediata, en ciertos casos, debido a que se trata de especies que se adaptan fácilmente. Habrá otras especies que deberán pasar un tiempo en condiciones de vivero.

### ACTIVIDADES DE REUBICACIÓN

**Selección de árboles.** se seleccionarán los árboles que cumplan con las condiciones adecuadas para la colocación de epífitas, es decir, árboles no menores a 3 m de altura, la corteza debe ser rugosa (mejor sostén de epífitas) y que presenten pocos individuos epífitos de manera natural. Además de que el dosel de estos árboles deberá tener buen porte y de esta manera se crearán las condiciones favorables (microclima) para que las especies prosperarán.

**Replantación.** esta actividad, se realizará con precaución debido a que es un trabajo en las alturas, por lo tanto, se utilizará el equipo de seguridad como arneses, cuerdas, casco, gafas. En esta práctica se utilizarán trozos de rafia para amarrar sin lastimar las epífitas a los árboles, la posición de amarre de las plantas será simulando su forma natural, es decir, las raíces serán orientadas hacia el tronco

del árbol para facilitar el anclaje. El material de soporte (rafia) es adecuado para esta tarea debido a que es biodegradable y no afectará al árbol, a la epífita ni al ambiente.

**Acomodo o distribución espacial:** de preferencia y para facilitar el trabajo, se colocarán en el inicio de las ramas del árbol (horqueta) y en el caso de árboles que no presenten muchas ramas disponibles la distancia óptima (donde no habrá competencia) entre plantas es de 0.75 metros a 1 metro. Cada árbol donde se reubiquen las plantas será señalado y etiquetado para realizar el monitoreo. Una vez que se hayan reubicado las plantas, deberá mantenerse en una bitácora el registro de las plantas rescatadas y las reubicadas, así como de su monitoreo. El monitoreo de la supervivencia en campo será cada 4 meses durante un año y cada semestre durante dos.

**ACCIONES EMERGENTES.**

El monitoreo contribuirá a mantener vigiladas a las plantas y la ejecución de acciones inmediatas para evitar la muerte. Para ello se realizarán mediciones sobre el estado de las plantas en diferente tiempo en el mismo lugar. Estas mediciones permitirán verificar si las plantas están en buen estado.

❖ **Identificación y censo.**

Para conocer el número de individuos se realizará un conteo directo en campo, los aspectos principales a tomar en cuenta serán las características visuales que presenten.

❖ **Evaluación de supervivencia.**

La evaluación se realizará periódicamente, con el fin de conocer el éxito de las actividades llevadas a cabo. Con base a los resultados de las evaluaciones periódicas, se determinará la necesidad de tomar otras medidas. Cuando las plantas estén en riesgo por factores que inciden en la disminución de la sobrevivencia, se considerará lo siguiente:

**Tabla VI. 4. Factores de riesgo y medidas.**

FACTORES DE RIESGO	MEDIDAS
Ataques de invertebrados o enfermedades por hongos u otros agentes bióticos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se determinará el organismo que estuviera efectuando el ataque.</li> <li>• Se realizará el control de la plaga con productos orgánicos a base de chile, canela y ajo, los cuales tendrán un efecto insecticida, antibiótico y repelente.</li> <li>• En caso de plantas enfermas, se utilizarán insecticidas y/o fungicidas biológicos.</li> </ul>
Color amarillento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las actividades por realizarse pueden incluir fertilización (con abono orgánico), poda de raíz y eliminación de pudriciones.</li> </ul>
En caso de pudriciones severas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La planta será sometida a un proceso de estrés, mediante su exposición gradual a situaciones de sequía e insolación cada vez mayores, a fin de prepararla para soportar las condiciones naturales de su nuevo hábitat.</li> </ul>
Muerte esporádica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De no observarse una causa de la muerte de las plantas se deberá realizar una post-reubicación de los individuos.</li> <li>• Las plantas muertas deberán ser enterradas.</li> </ul>

### **Características de la vegetación por remover.**

Existen muchos argumentos que justifican la conservación de la vida silvestre, como son el papel de las plantas y los animales dentro del ambiente en cuanto a la regulación y equilibrio de los ecosistemas; su valor científico como elemento fundamental en el estudio y comprensión de los procesos naturales; la importancia económica de las especies como un recurso para la humanidad; el papel que desempeñan en la cultura o simplemente considerar el derecho a existir que tiene cualquier especie (CONABIO; 2000; Flor y Lucas, 1998).

Específicamente para el presente estudio se establecen estrategias para evitar el deterioro de la vegetación aún existente en el parteaguas que está bajo influencia y dentro del área de proyecto, así como técnicas para la reubicación de plantas dentro del área destinada como protección, pero en su área de distribución.

Así mismo, se menciona que no se encontraron especies con estatus de protección especial dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, no obstante, no se descarta que si se llegase encontrar alguna se contemple su rescate y reubicación. Las condiciones que presentan las superficies que se utilizarán para la reubicación debido a su cercanía con el proyecto, serán bastante similares (tanto biótica como físicamente), a las del lugar de donde serán extraídos los individuos, con el objeto de proveer un hábitat cercano y adecuado, creando micrositios a las especies rescatadas.

## **FAUNA**

### **RESCATE Y REUBICACIÓN DE EJEMPLARES DE FAUNA.**

Es importante describir las condiciones de hábitat y el impacto que tendrá la ejecución del proyecto sobre la fauna silvestre, por lo tanto, es necesario considerar los siguientes parámetros:

1. Destrucción del hábitat
2. Fragmentación del ecosistema
3. Posibilidades de pérdida de fauna
4. Introducción de especies exóticas

#### **Destrucción del hábitat:**

El hábitat es un área con la combinación de recursos (alimento, agua, cobertura) y condiciones ambientales (temperatura, precipitación, depredadores y competidores) que promueve la ocupación por individuos de una especie dada y permite que éstos sobrevivan y se reproduzcan (Morrison *et al.* 1992). Existen varios modelos (Modelos de Evaluación de Hábitat (MEH)) y métodos para evaluar la disponibilidad y la calidad de hábitat para diferentes especies. Por lo tanto, a continuación, se describe un método cualitativo que evalúa el hábitat mediante seis variables diferentes, las cuales se describen a continuación:

- 1) Disponibilidad de fuentes hídricas (áreas que contribuyen a la reunión de individuos de fauna silvestre)
- 2) Vegetación (áreas potenciales de reproducción y crianza)
- 3) Fuentes tróficas (Disponibilidad de alimento, tanto para carnívoros como herbívoros)
- 4) Paisaje (Heterogeneidad del hábitat)
- 5) Riqueza (Variedad de especies de fauna silvestre en el área, con y sin valor ecológico relevante)
- 6) Factor antropogénico (presencia de áreas sujetas a actividades humanas en el área del proyecto)

Dicho método se basa en el mostrado por Rojas (2010) sobre la evaluación de la calidad de hábitat del venado cola blanca. A partir de tal método descrito, se adapta el que se muestra a continuación; el cual permite evaluar la calidad del hábitat para la fauna silvestre presente en el área de interés. Para determinar el grado de afectación que éste sufrirá en relación a la fragmentación e intervención de este. A continuación, se muestra el cuadro en el cual se evaluaron los atributos del hábitat de fauna silvestre presente en el área sujeta al proyecto, así como el rango de valoración para cada variable y el rango asignado:

**Tabla VI. 5. Método de Evaluación del hábitat (MEH) de fauna silvestre registrada.**

Variable	Interrelación	Descripción	Rango de valoración	Valor asignado
Agua	<b>Factor compensatorio</b>	<b>Disponibilidad de agua</b>		
		1) Ninguna	1	1
		2) Temporal	3	
Vegetación	<b>Factor limitante</b>	<b>Áreas de reproducción</b>		
		1) Sitios sin cobertura arbórea, sotobosque muy bajo	1	1
		2) Sitios con cobertura arbórea escasa, sotobosque desarrollado	3	
	3) Sitios con cobertura arbórea y arbustiva densa	5		
Fuentes tróficas	<b>Factor limitante</b>	<b>Disponibilidad de fuentes tróficas</b>		
		1) < 5 % (únicamente fuentes tróficas disponibles para herbívoros)	2	2
		2) entre 5 y 50 %	6	
	2) > 50 %	10		
Paisaje	<b>Factor compensatorio</b>	<b>Heterogeneidad del hábitat</b>		
		1) Presencia de un solo tipo de vegetación con áreas abiertas	1	1
		2) Presencia de 2 tipos de vegetación	3	
	3) Presencia de varios tipos de vegetación con pocas áreas abiertas	5		
Riqueza	<b>Factor compensatorio</b>	<b>Riqueza de especies</b>		
		1) Riqueza elevada, presencia de especies bioindicadoras y con relevancia ecológica y especies amenazadas	10	6
		2) Riqueza media, presencia de especies altamente comunes, algunas especies amenazadas	6	
	3) Riqueza baja, especies urbanas, es decir, altamente adaptadas a hábitats fragmentados y suburbios	2		
Factor antropogénico	<b>Factor compensatorio</b>	<b>Asentamientos humanos</b>		
		1) Permanentes	1	1
		2) Esporádicos	3	
	3) Ausentes	5		

De esta manera, se obtuvo un valor para la vegetación, fuentes tróficas y riqueza (valor 1); y otro para las demás variables (valor 2). Por lo tanto, se promedió las calificaciones de cada aspecto evaluado para obtener un número de 1 a 10, valor que representa el Índice de Calidad de Hábitat (ICH) donde se clasifica el hábitat en: **clase alta (7.4 -10), media (4.8-7.3) o baja (2.0- 4.7).**

**Tabla VI. 6. Valor final obtenido para el índice de calidad de hábitat de fauna silvestre en el área.**

Variable	Valor total	ICH
Vegetación	5	2.11
Fuentes tróficas		
Riqueza		
Factor antropogénico	7	1.86
Agua		
Paisaje		



De acuerdo al índice determinado, la calidad de hábitat presente en el área sujeta es **BAJA**, por lo tanto, la afectación por la ejecución del proyecto se considera mínima. Ya que, en su mayoría, la riqueza específica del área corresponde a la avifauna, la cual es capaz de desplazarse por su cuenta en caso de sentirse amenazadas. Por otro lado, en el caso de la mastofauna, únicamente se registró la presencia de un reducido número de especies, la cual es altamente susceptible al ahuyentado. Además, la implementación de los programas de rescate y ahuyentado de especies, asegura la supervivencia de estas, en caso de ser necesario.

#### **Medidas de mitigación contra los impactos a la biodiversidad**

Para no ocasionar un mayor daño a la biodiversidad, se proponen medidas para minimizar tales efectos, como:

- ≈ Realizar capacitación ambiental al personal en campo, de temas clave del ambiente, resaltando la importancia de conservar la flora y fauna silvestre.
- ≈ Se realizará el ahuyentado de fauna y recorridos para la detección de nidos y madrigueras.
- ≈ En el caso de que se capture fauna se reubicará en sitios similares a su hábitat y alejados de la zona de ejecución del cambio de uso de suelo.
- ≈ En el caso de que se capture fauna esta se liberará el mismo día de su captura o a más tardar al día siguiente.

Con el propósito de no afectar individuos de alguna especie de fauna silvestre en las actividades efectuadas durante el desmonte, extracción de materiales, despalme y transporte de material orgánico, se implementarán algunas actividades de ahuyentado y reubicación. Los recorridos para el ahuyentado se realizarán durante todo el cambio de uso de suelo, en toda la superficie que será afectada por el proyecto. Las acciones de ahuyentado y seguimiento de los individuos se iniciarán desde la zona centro del área de influencia hacia la periferia, así como en los puntos de concentración de reptiles, tales como madrigueras, microhábitat o zonas de alimentación (bajo o sobre troncos, en tejido vegetal en el sotobosque, bajo o sobre piedras, etc.) de especies de interés. Eventualmente se extenderán más allá de los límites del área de influencia directa del proyecto para asegurar desplazamientos poblacionales hacia sectores sin intervención antrópica. El objetivo es que los individuos detectados sean efectivamente ahuyentados y puedan alejarse del área de influencia del proyecto utilizando estructuras naturales que puedan ser usadas como “corredores biológicos” para sus desplazamientos, tales como vegetación herbácea, arbustiva y formaciones rocosas, etc., que son conspicuas en este parteaguas.

### **MEDIDAS GENERALES DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.**

De manera general, independientemente de la etapa de desarrollo del proyecto, deberán llevarse a cabo las siguientes medidas generales de mitigación de impactos negativos causados al ecosistema:

#### **Evitar el derrame de materiales o sustancias.**

Durante los trabajos de operación de maquinaria y camiones, movimiento de vehículos y de personal, durante el desarrollo del proyecto, pueden ocurrir derrames ocasionales y accidentales de sustancias que afecten directamente al suelo y los mantos acuíferos provocando contaminación del agua superficial y ocasionalmente las aguas subterráneas. Se deberán tomar las previsiones necesarias para evitar derrames o escurrimientos de materiales, por ejemplo, asignar un lugar específico y adecuado (con base de cemento o algún otro material impermeable y resistente) para cambios de aceite y/o carga de combustible, así como realizar las acciones de mantenimiento preventivo de maquinaria y vehículos en talleres especializados fuera del área del proyecto.

Asimismo, debe tener cobertizos para el almacén temporal de residuos domésticos, con recipientes separados de orgánicos e inorgánicos, derivados por la presencia de trabajadores en la zona. Los residuos domésticos deben ser conducidos al sitio de disposición final que indique la autoridad local.

#### **Prohibir el acceso a zonas ajenas al proyecto.**

Se deberán tomar las acciones necesarias para impedir el acceso en áreas ajenas al proyecto, como áreas de predios aledaños, para evitar algún uso de recursos, o daño a los mismos, así como la perturbación de la fauna silvestre. De la misma manera, debe prohibirse la apertura y utilización de nuevos caminos de acceso, dado que representa la posibilidad de acceder más fácilmente a ciertas áreas y a hacer uso de los recursos de esos sitios que antes eran inaccesibles.

Se debe otorgar capacitación y sensibilización ambiental a los trabajadores para evitar afectaciones los recursos naturales; por el contrario, deben ser guardianes de la conservación del proyecto.

#### **Seguimiento riguroso de la normatividad y reglamentación aplicables.**

Como una medida de mitigación preventiva y de reducción de impactos, la empresa deberá acatar todas las disposiciones normativas y reglamentarias aplicables en diferentes ámbitos del proyecto.

### **MEDIDAS PARA CONSERVAR Y PROTEGER EL HÁBITAT EXISTENTE DE LAS ESPECIES DE FLORA Y FAUNA SILVESTRE DE CONFORMIDAD CON LAS DISPOSICIONES LEGALES APLICABLES.**

Es importante señalar que será un mínimo de vegetación que será extraída con motivo de la implementación del proyecto, por lo que las medidas que se prevén para conservar y proteger el hábitat de las especies de flora y fauna serán realizadas durante el cambio de uso del suelo en la superficie con vegetación forestal. Las medidas de protección que se tomarán para proteger el hábitat de las especies de flora y fauna silvestre en las áreas aledañas al proyecto son las siguientes:

- ✚ Las actividades se iniciarán con un proceso de ahuyentado de la fauna, con bocinas o equipo sonoro, a fin de espantar a los individuos; se procede a revisar la posible existencia de madrigueras a fin de rescatar y reubicar organismos que puedan estar presentes.
- ✚ Las actividades solo se realizarán durante el día y terminarán por la tarde, que es cuando comienza la actividad de la fauna silvestre.
- ✚ Quedará estrictamente prohibida la extracción de plantas o la captura y extracción de cualquier especie silvestre que se encuentre en la zona del proyecto.
- ✚ No será afectada más vegetación de la que sea estrictamente necesaria.

Lo anterior, dando cumplimiento a las disposiciones y especificaciones establecidas en la NOM-060-SEMARNAT-1994 y NOM-061-SEMARNAT-1994.

**Tabla VI. 7. Medidas de mitigación generales.**

<b>Medidas de manejo</b>	
1.	Capacitación ambiental en todos sus trabajadores y exigir la capacitación de contratistas que tengan asignadas distintas obras, para el cumplimiento de las medidas previstas en el estudio y la sensibilización ambiental de los trabajadores.
2.	En caso de presentarse, realizar el rescate de individuos de fauna y flora de sitios bajo afectación y favorecer su preservación especialmente cuando se encuentren en algún estatus de conservación, en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
3.	Al iniciar las obras deberá permitir el desplazamiento de la fauna de lenta movilidad, realizando un ahuyentado previo.
4.	Establecer como una actividad cotidiana, durante todo el tiempo de duración de la obra a lo largo del trazo del proyecto y en caminos de acceso y cercanías, que el personal induzca el ahuyentado de la fauna, sobre todo la que tiene un lento desplazamiento, como reptiles, incluyendo la reubicación de sus madrigueras o nidos, en sitios más conservados.
5.	Establecer a los trabajadores prohibiciones estrictas y sanciones para evitar acciones que afecten a la fauna silvestre, como la caza, captura y compraventa, así como la muerte de cualquier tipo de fauna, incluyendo vegetación existente
6.	Colocación de señalamientos preventivos para salvaguardar la fauna y flora silvestre.
7.	Durante la práctica de desmonte y despalme, se deben triturar los residuos vegetales depositando y mezclando con el suelo, en la zona adyacente o perimetral al proyecto, aguas arriba, para el enriquecimiento de las condiciones edáficas
8.	En todas las áreas, realizar la eliminación de la vegetación por medios mecánicos y manuales nunca con métodos químicos, ni quemar de los residuos orgánicos; se deberá evitar el uso de pesticidas.
9.	Efectuar limpieza y retiro de todos los residuos de la obra, domésticos y considerados como peligrosos, de los sitios al concluir las etapas de preparación del sitio y construcción, así como durante la operación y mantenimiento,
<b>Medidas de prevención</b>	
10.	De manera obligatoria, se debe respetar y cumplir la normatividad vigente, tanto para el caso de residuos sólidos peligrosos y domésticos y emisiones a la atmósfera.
11.	Los camiones que circulen con materiales que emitan polvo, deberán estar cubiertos con una lona.
12.	Circular a baja velocidad para evitar al mínimo la dispersión de polvos ocasionado por el flujo vehicular en caminos de acceso y respetar el límite de velocidad, para proteger los pasos de la fauna.
13.	Se deberá cumplir con la normatividad en materia de ruido.
14.	Aplicar las medidas pertinentes para evitar derrames de aceite, combustibles y otras sustancias que se utilizan en las diferentes actividades en el desarrollo de la preparación del sitio y la construcción.
15.	Utilizar sanitarios portátiles, uno por cada 20 trabajadores, arrendados a empresas especializadas y autorizadas.
<b>Medidas de minimización</b>	
16.	Desmontar únicamente sobre el sitio donde se construirá la obra.
17.	Despalmar únicamente sobre el sitio donde se construirá la obra y almacenar la capa superficial del suelo, para aprovecharla posteriormente en sitios de restauración ecológica o para acciones de reforestación.
18.	Colocar la capa superficial del suelo (máximo hasta los 15 cm de profundidad) de los despalmes en un sitio destinado expreso y colocarlo posteriormente en la parte superficial, para utilizarlo en aquellos sitios destinados a la recuperación ecológica, a fin de recuperar la condición orgánica del suelo y favorecer una rápida colonización vegetal.
19.	Evitar la alteración de la vegetación y el suelo circundante y en la zona del proyecto; evitar la interrupción de la dinámica hidrológica y la erosión y sedimentación asociados con movimiento del agua.
20.	En actividades realizadas en las obras, cerrar cualquier zanja abierta, para evitar la existencia de obstáculo para la fauna.
21.	Retirar todos los residuos de la construcción, así como piezas y componentes metálicos, recuperación de material ferroso (chatarra) para su adecuada disposición.
22.	Contar y aplicar un programa integral de residuos, tanto domésticos como peligrosos y de manejo especial.
<b>Medidas de compensación</b>	
23.	Desarrollar programas de compensación de la vegetación arbórea.
<b>Medidas de rehabilitación</b>	
24.	Al finalizar cada etapa de la obra reforestar con especies de la zona, sin utilizar especies exóticas.
25.	En las zonas a reforestar utilizar el suelo producto del despalme, enriquecido con residuos vegetales triturados.

Fuente: SECIRA, 2019.

Las medidas de mitigación por etapa y factor ambiental se presentan en la siguiente tabla.

**Tabla VI. 8.** Medidas de mitigación por etapa, factor y componente.

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR	MEDIDAS DE MITIGACIÓN
<b>PREPARACIÓN EL SITIO Y CONSTRUCCIÓN</b>		
Aire	Calidad del aire	Contar con un programa de mantenimiento preventivo a vehículos y maquinaria, manteniendo los registros actualizados. Prohibir que vehículos, maquinaria y equipo estén funcionando mientras no sea necesario, para reducir la emisión de contaminantes y el consumo de combustible.
	Partículas suspendidas	Se deberán humedecer cuando sean necesario las áreas que se estén trabajando y que puedan generar material particulado. Aplicar un programa de mantenimiento preventivo a vehículos manteniendo los registros actualizados.
	Niveles de ruido	La maquinaria, vehículos y equipo contarán con un Programa de mantenimiento preventivo, manteniendo los registros actualizados. Utilizar en horario diurno los equipos de mayor emisión de ruido. Se evitará que vehículos, maquinaria y equipo se quede funcionando mientras no sea necesario, para reducir emisión de contaminantes y consumo de combustible
Geología y Geomorfología	Relieve y Microrelieve	Se limitarán las nivelaciones y compactaciones únicamente a las zonas definidas en el Proyecto. Se tendrá un control estricto de los materiales para evitar su caída al camino y ocasionar algún tipo de accidente vehicular.
Suelo	Estructura del suelo	Delimitar el área del desmonte y despalme previo al inicio de actividades, con el objetivo de solo afectar la superficie específica destinada a la preparación del sitio y construcción. El suelo retirado deberá colocarse un área sin actividades constructivas, quizás aguas arriba de la zona del proyecto.
	Calidad del suelo	Se elaborará e implementará el Plan de Manejo Integral de Residuos, el cual incluirá programas que contarán con indicadores para medir su efectividad en la recolección, separación, almacenamiento temporal y eventual transferencia a sitios de disposición adecuados. Los programas por incluir en el Plan son: <ul style="list-style-type: none"> <li>Programa de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial</li> <li>Programa de Manejo de Residuos Peligrosos</li> </ul> Se debe monitorear los posibles derrames de hidrocarburos en área del proyecto.
	Erosión	Se realizarán, en caso de ser estrictamente necesarios, aplicar riegos durante la etapa de Preparación del sitio y Construcción, en el área del Proyecto.
Hidrología superficial	Calidad del agua	Elaborar e implementar el Plan de Manejo Integral de Residuos, el cual incluirá programas que contarán con indicadores para medir su efectividad en la recolección, separación, almacenamiento temporal y eventual transferencia a sitios de disposición adecuados. Los programas por incluir en el Plan: <ul style="list-style-type: none"> <li>Programa de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial</li> <li>Programa de Manejo de Residuos Peligrosos</li> </ul> Utilizar letrinas portátiles. Una por cada 20 trabajadores, durante la etapa de Preparación del sitio y Construcción. Llevar el monitoreo de detección de derrames de productos líquidos en la zona del proyecto.
Vegetación	Estructura y composición	Se implementará el Programa de rescate y reubicación de especies de flora. Se implementará el Programa de compensación ambiental.
Fauna	Abundancia y distribución de las comunidades	Se ejecutará el Programa de rescate de fauna silvestre que incluye: <ul style="list-style-type: none"> <li>Previo a las actividades de desmonte y despalme, identificar y mover, en caso de ser factible, nidos y madrigueras</li> <li>En caso de encontrar algún sitio de anidación, se dejará que la especie cumpla con el ciclo reproductivo para posteriormente reubicar las crías</li> <li>Realizar acciones para ahuyentar y rescatar las especies de hábitos subterráneos, de lento desplazamiento, principalmente de aquellas incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.</li> <li>Realizar la liberación en sitios seleccionados con anterioridad comprobando que sean lo más parecidos de donde se rescataron los especímenes</li> </ul>
	Hábitat	Se evitará la afectación de zonas que no sean destinadas para realizar alguna actividad que el Proyecto indique.
Paisaje	Calidad escénica	Se evitará la afectación de zonas que no sean destinadas para realizar alguna actividad que el Proyecto indique.

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR	MEDIDAS DE MITIGACIÓN
<b>OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO</b>		
Aire	Calidad del aire	Tener un programa de mantenimiento preventivo a vehículos y maquinaria, manteniendo los registros actualizados.
		Evitar que vehículos, maquinaria y equipo se quede funcionando mientras no sea necesario, para reducir la emisión de contaminantes por el uso de combustible
		Mantener en óptimas condiciones de la vegetación natural y la reforestada.
	Partículas suspendidas	Aplicar un programa de mantenimiento preventivo a vehículos y maquinaria, manteniendo los registros actualizados.
		Prohibir que vehículos, maquinaria y equipo estén funcionando mientras no sea necesario, para reducir la emisión de contaminantes y uso de combustible
		Mantener en óptimas condiciones la vegetación y zona de conservación para que absorban la contaminación ambiental
Ruido	Se deberá tener un programa de mantenimiento preventivo a vehículos y maquinaria, manteniendo los registros actualizados.	
	Evitar que vehículos, maquinaria y equipo se quede funcionando mientras no sea necesario, para reducir la emisión de contaminantes por el uso de combustible	
Suelo	Calidad del suelo	Se elaborará e implementará el Plan de Manejo Integral de Residuos, el cual incluirá programas que contarán con indicadores para medir su efectividad en cuanto a la recolección, separación, almacenamiento temporal y eventual transferencia a sitios de disposición adecuados. Los programas del Plan son: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Programa de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial</li> <li>• Programa de Manejo de Residuos Peligrosos</li> </ul>
		Se monitoreará la detección de derrames de hidrocarburos o de otras sustancias en las áreas del proyecto, para evitar su conducción a las escorrentías cercanas.
Hidrología superficial	Calidad del agua	Se llevará a cabo el monitoreo de detección de derrames de hidrocarburos o de cualquier sustancia en la zona del proyecto.
		Contar con un Programa de manejo de residuos sólidos y evitar su disposición en las zonas de escorrentía superficial.

Fuente: SECIRA, 2019.

De tal manera que se garantice el cumplimiento a las propuestas de prevención, mitigación y/o compensación ambiental de los impactos que podrá generar el proyecto. A continuación, se presentan las medidas de mitigación propuestas para los impactos identificados y se presentan ordenadas de acuerdo con la categoría y parámetro ambiental afectado.

### Ecología.

**Tabla VI. 9.** Estrategias de mitigación para impactos negativos de acuerdo a la categoría de ecología.

VEGETACIÓN		
TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
Prevención	Prohibir la extracción de flora silvestre, principalmente aquellas que se encuentren bajo alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010.	<u>Duración:</u> Esta medida será vigente durante todo el tiempo que dure el proyecto. <u>Recursos:</u> se requiere al supervisor ambiental junto con especialistas sectoriales que verifique la medida. <u>Responsable:</u> Supervisor ambiental y especialista.
	Almacenar el material producto de la remoción de vegetación y despalle en áreas sin vegetación nativa, sin pendiente y lejanas a escurrimientos naturales a fin de evitar daño a la vegetación y/o arrastre a corrientes de agua.	<u>Duración:</u> Durante las actividades de preparación del sitio y hasta que sea utilizado en la formación de terraplenes y/o arropes. <u>Recursos:</u> No se requieren recursos extras. <u>Responsable:</u> Supervisor ambiental + residente de obra.
	Prohibir la introducción de flora exótica y verificar que no suceda este evento de forma accidental.	<u>Duración:</u> Todo el tiempo que dure el proyecto. <u>Recursos:</u> No se requieren recursos extras, únicamente la supervisión. <u>Responsable:</u> Supervisor ambiental + especialistas.
	Prohibir el uso de químicos o fuego para el retiro de vegetación en áreas de apertura.	<u>Duración:</u> Los meses en que se realice el retiro de vegetación. <u>Recursos:</u> Ninguno, únicamente la supervisión. <u>Responsable:</u> Supervisor ambiental + especialistas.

Fuente: SECIRA, 2019.

### Contaminación.

**Tabla VI. 10.** Estrategias de mitigación para impactos negativos – Contaminación ambiental.

CONTAMINACIÓN LUMÍNICA		
TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
Prevención	Prohibir realizar cualquier tipo de actividad de las etapas de preparación del sitio y construcción durante la noche.	<u>Duración:</u> Preparación del sitio y construcción. <u>Recursos:</u> Ninguno, únicamente la supervisión. <u>Responsable:</u> Supervisor ambiental + residente de obra.
Reducción	En las áreas de instalaciones provisionales y estacionamiento de maquinaria se recomienda la iluminación localizada, evitando la intrusión lumínica.	<u>Duración:</u> Preparación del sitio y construcción. <u>Recursos:</u> Ninguno, únicamente la supervisión. <u>Responsable:</u> Supervisor ambiental + residente de obra

Fuente: SECIRA, 2019.

### ESTRATEGIAS GENERALES DE MITIGACIÓN.

Las medidas de mitigación propuestas en esta sección derivan de los impactos identificados, los cuales, si bien representan una afectación mínima, al ser de efecto negativo es importante seguir algunas medidas básicas para su mitigación, así como para la mejor integración del proyecto en el ámbito ambiental y social. Las medidas indicadas se presentan por categoría y componente afectado en las tablas siguientes:

**Tabla VI. 11.** Estrategias generales de mitigación – Ecología.

VEGETACIÓN		
TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
Prevención	Capacitación a la planta laboral acerca de la flora silvestre de la región e informar que ésta no debe ser extraída, principalmente aquella que tenga alguna clasificación de protección dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010	<u>Duración:</u> todo el tiempo que dure la obra. <u>Recursos:</u> material de papelería para una capacitación sencilla. <u>Responsable:</u> supervisor ambiental + especialista.
Prevención	Limitar la circulación de vehículos a la Línea de ceros propuesta	<u>Duración:</u> todo el tiempo que dure la obra. <u>Recursos:</u> ninguno. <u>Responsable:</u> supervisor ambiental + residente de obra.
Fauna		
Prevención	Monitoreo y rescate de herpetofauna previo a las actividades de preparación del sitio y durante la construcción	<u>Duración:</u> etapa de preparación del sitio y construcción <u>Recursos:</u> Biólogo especialista en herpetofauna + auxiliar <u>Responsable:</u> Supervisor ambiental + residente de obra.

Fuente: SECIRA, 2019.

**Tabla VI. 12.** Estrategias generales de mitigación – Contaminación ambiental.

CONTAMINACIÓN DEL AGUA		
TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
Prevención	Programación de las actividades de preparación del sitio y construcción evitando la temporada de lluvia, con el fin de evitar arrastre de material a cuerpos de agua o escurrimientos cercanos.	<u>Duración:</u> planeación previa al inicio de las actividades. <u>Recursos:</u> ninguno. <u>Responsable:</u> empresa constructora.
Prevención	Instalación de sanitarios portátiles para uso de la planta laboral; en caso de no ser posible la contratación de este servicio se recomienda la instalación de sanitarios secos.	<u>Duración:</u> todo el tiempo que dure el proyecto. <u>Recursos:</u> contratación de empresa local para este servicio. <u>Responsable:</u> supervisor ambiental y empresa constructora.
Prevención	Almacenar el material producto del despalme en áreas sin vegetación nativa, sin pendiente y lejanas a escurrimientos naturales a fin de evitar arrastre a corrientes de agua.	<u>Duración:</u> Durante las actividades de preparación del sitio y hasta que sea utilizado en la formación de terraplenes y/o arropes. <u>Recursos:</u> ninguno. <u>Responsable:</u> supervisor ambiental + residente de obra.
CONTAMINACIÓN DEL SUELO		
TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
Prevención	Limitar la circulación de vehículos y maquinaria a la Línea de ceros propuesta a fin de evitar un aumento en el área afectada por la compactación.	<u>Duración:</u> todo el tiempo que dure la obra <u>Recursos:</u> ninguno. <u>Responsable:</u> supervisor ambiental + residente de obra.

<b>Remediación</b>	Remover el suelo donde hayan ocurrido derrames de combustibles y/o aceites para su entrega a una empresa autorizada para su manejo.	<u>Duración:</u> construcción y limpieza del sitio. <u>Recursos:</u> herramienta menor (pala, carretillas) y personal. <u>Responsable:</u> supervisor ambiental.
<b>Reducción</b>	En el caso de los residuos urbanos se recomienda instalar tambos o recipientes rotulados para la disposición temporal en los frentes de trabajo y áreas de almacén y talleres. Estos residuos deberán ser llevados al sitio de disposición final autorizado por el municipio.	<u>Duración:</u> Preparación del sitio, construcción, limpieza del sitio. <u>Recursos:</u> Se recomiendan tambos con tapa, de costo moderado y un sitio de confinamiento temporal con techo y piso. <u>Responsable:</u> Supervisor ambiental.
<b>Reducción</b>	Para la disposición temporal de los residuos peligrosos se debe contar con un almacén temporal que tenga las características indicadas en el art. 82 del Reglamento de la LGPGIR, además los recipientes o tambos para su almacén deberán estar rotulados y su transporte y disposición final será realizado a través de una empresa autorizada por la SEAMARNAT.	<u>Duración:</u> Preparación del sitio, construcción, limpieza del sitio. <u>Recursos:</u> Tambos con tapa rotulados, almacén con suelo impermeable y extintor y la contratación de una empresa autorizada para su manejo. <u>Responsable:</u> Supervisor ambiental.
<b>Prevención</b>	Los sobrantes de mezcla asfáltica deben recogerse y en retornarse a la planta de asfalto, para su reciclado o disposición definitiva.	<u>Duración:</u> Construcción y limpieza del sitio. <u>Recursos:</u> Se requerirá mano de obra y herramienta menor (pala, carretilla), ya considerada dentro del material requerido para el proyecto. <u>Responsable:</u> Supervisor ambiental + residente de obra.
<b>Prevención</b>	Los RP's como estopas impregnadas, envases de lubricantes, suelo impregnado, aceite quemado, etc., deberán ser depositados en los recipientes indicados en el almacén temporal, y entregados posteriormente a una empresa autorizada por la SEMARNAT para su manejo y disposición.	<u>Duración:</u> Preparación del sitio, construcción, limpieza del sitio. <u>Recursos:</u> Tambos con tapa rotulados, almacén con suelo impermeable y extintor y la contratación de una empresa autorizada para su manejo. <u>Responsable:</u> Supervisor ambiental.

Fuente: SECIRA, 2019.

**Tabla VI. 13. Estrategias generales de mitigación - Aspectos estéticos.**

PAISAJE Y CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS		
TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
<b>Prevención</b>	Evitar que los vehículos de acarreo circulen con exceso de carga.	<u>Duración:</u> actividades de acarreo, 4 meses. <u>Recursos:</u> ninguno. <u>Responsable:</u> supervisor ambiental.
<b>Prevención</b>	Realizar mantenimiento preventivo de maquinaria y vehículos de acarreo, para evitar emisión de gases contaminantes mayores a los límites permitidos en la NOM-041-SEMARNAT-2006, que establece los niveles máximos permisibles de emisiones provenientes del escape de motores que usan gasolina como combustible y NOM-045-SEMARNAT-2006, que establece los límites máximos permisibles de opacidad del humo en vehículos en circulación a diésel.	<u>Duración:</u> todo el tiempo que dure la construcción. <u>Recursos:</u> Taller con instalaciones adecuadas para mantenimiento menores. <u>Responsable:</u> supervisor ambiental +residente de maquinaria.
<b>Remediación</b>	En la etapa de limpieza del sitio se deberá descompactar el suelo donde se ubicaron las obras provisionales.	<u>Duración:</u> al finalizar la pavimentación (aprox. 2 meses). <u>Recursos:</u> herramienta menor (pala, carretillas) y personal. <u>Responsable:</u> supervisor ambiental.
<b>Prevención</b>	Instalar recipientes para la adecuada disposición de los residuos urbanos, vigilando que sean transportados al sitio indicado por el municipio para su disposición final.	Ver tabla "Contaminación del suelo"
<b>Prevención</b>	Instalar recipientes para la adecuada disposición de los residuos peligrosos, vigilando que sean entregados a una empresa autorizada para su manejo y disposición final.	Ver tabla "Contaminación del suelo".
<b>Reducción</b>	Establecer un programa permanente de recolección de desechos sólidos dentro del derecho de vía.	<u>Duración:</u> operación del proyecto. <u>Recursos:</u> de acuerdo al organismo operador del camino. <u>Responsable:</u> organismo operador.

Fuente: SECIRA, 2019.

**Tabla VI. 14.** Estrategias generales de mitigación - Aspectos de interés humano.

SOCIOCULTURAL		
TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
Compensación	Dar prioridad al contrato de trabajadores de las poblaciones cercanas.	<u>Duración:</u> previo y durante la obra <u>Recursos:</u> ninguno <u>Responsable:</u> empresa constructora
Prevenición	Establecer un sistema de seguridad en las zonas de los frentes de trabajo, para evitar el paso de personas ajenas al proyecto	<u>Duración:</u> todo el tiempo que dure la obra <u>Recursos:</u> material para instalar señales <u>Responsable:</u> supervisor ambiental + residente de obra
Prevenición	Colocar señalamientos preventivos, indicando que se están desarrollando trabajos de construcción, ya que se contempla que el camino siga en uso mientras sean ejecutadas las actividades de modernización.	<u>Duración:</u> todo el tiempo que dure la obra <u>Recursos:</u> material para instalar señales <u>Responsable:</u> supervisor ambiental + residente de obra
Prevenición	Contar con un botiquín de emergencias con el material necesario e indispensable para la protección y curación del personal; así como identificar el centro de salud más cercano a los frentes de obra	<u>Duración:</u> todo el tiempo que dure la obra <u>Recursos:</u> material de curación básico <u>Responsable:</u> supervisor ambiental + residente de obra
Prevenición	Proveer al personal con equipo de protección personal	<u>Duración:</u> todo el tiempo que dure la obra <u>Recursos:</u> cascos, guantes, tapones para oídos, casacas, etc., depende de la actividad <u>Responsable:</u> supervisor ambiental + residente de obra
Prevenición	Dar mantenimiento preventivo y correctivo a la superficie de rodamiento una vez puesta ésta en operación	<u>Duración:</u> operación del proyecto <u>Recursos:</u> de acuerdo al organismo operador del camino <u>Responsable:</u> organismo operado
Prevenición	Contar con el equipo necesario y en buen estado para despachar el combustible. Para las actividades de carga y descarga de combustible se deben frenar y bloquear las ruedas de los vehículos.	<u>Duración:</u> preparación y construcción <u>Recursos:</u> equipo para combustible <u>Responsable:</u> supervisor ambiental + residente de maquinaria

Fuente: SECIRA, 2019.



## **VI.2. Programa de Vigilancia Ambiental.**

El Programa de vigilancia ambiental que se llevarán a cabo tiene como objetivo garantizar que la operación del proyecto sea un espacio donde todos participen conscientemente en la conservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, no solo dentro del espacio del presente proyecto, sino que lo lleven a su vida diaria e influyan en su colectividad. Durante la etapa de preparación del sitio y construcción el contratista será responsable de las condicionantes ambientales y los programas de vigilancia ambiental, en la etapa de operación y mantenimiento será el representante legal el encargado de darle seguimiento a las condicionantes ambientales. Los costos para el seguimiento de las condicionantes ambientales o medidas de mitigación, durante la etapa de obra, las propondrá el constructor del proyecto. Es importante considerar que un ecosistema es un sistema biológico formado por dos elementos indisociables, el biotopo (conjunto de componentes abióticos: clima, geología, geomorfología, hidrología superficial y subterránea, edafología) y la biocenosis (conjunto de componentes bióticos: vegetación y fauna terrestre y acuática) que interactúan entre sí, constituyendo una unidad funcional básica de interacción de los organismos vivos entre sí y de éstos con el ambiente existente en un espacio y tiempo determinados. 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), que debe garantizar la integridad funcional depende de la conservación de las complejas y dinámicas relaciones entre los componentes del Ecosistema. El proyecto se desarrolla en un sitio modificado, delimitado y caracterizado previo al inicio de las actividades con el fin de monitorear los efectos potenciales generados por las actividades de preparación del sitio y construcción sobre los componentes abióticos y bióticos del ecosistema, así como para evaluar los efectos de la aplicación de las medidas de mitigación y/o compensación. Una vez realizada la integración de las medidas de mitigación y compensación del Proyecto, éstas se incluyeron en Acciones de Seguimiento de Calidad Ambiental de acuerdo con la identificación y evaluación de impactos ambientales y las medidas de mitigación y/o compensación. Algunos de las Acciones de Seguimiento de Calidad Ambiental darán cumplimiento directo a determinadas problemáticas, tal es el caso de las acciones de protección de Fauna Silvestre y la Flora, entre otras. Mediante el seguimiento es posible obtener información útil para conocer el estado ambiental, del proyecto y su entorno, identificar los problemas ambientales y aplicar correctamente las medidas para su prevención y mitigación. En el caso de este proyecto, el objetivo de la vigilancia y control es verificar si durante su desarrollo se cumple con las disposiciones de las leyes y reglamentos aplicables en materia de impacto ambiental, contaminación atmosférica, residuos peligrosos, contaminación originada por la emisión de ruido y el incumplimiento de las normas oficiales mexicanas aplicables. Por otra parte, el programa permitirá cuantificar impactos cuya afectación fue difícil prever durante la evaluación del impacto ambiental, para así modificar o establecer las medidas de mitigación adecuadas, en caso de que las ya aplicadas no sean suficientes. Igualmente podrá detectar impactos o alteraciones no previstos en el estudio de impacto ambiental, debiendo en este caso, adoptarse medidas de remediación o compensación. El seguimiento de las actividades de prevención y mitigación deberá soportarse documentalmente con los siguientes instrumentos:

- Bitácora: En esta se especificarán las actividades realizadas durante el día.
- Reporte mensual: En este reporte se señalará el desarrollo de las actividades de la obra, además de indicar la forma en que se realizó la medida de mitigación del impacto generado.

- Memoria fotográfica: El reporte mensual deberá incluir un anexo fotográfico. Las fotografías que se incluyan deberán avalar y evidenciar la implementación de las medidas de mitigación durante el desarrollo de actividades realizadas durante el mes.
- Reporte final: Este se deberá elaborar a manera de evaluación y conclusión del desarrollo de la obra; de ser necesario, se entregará un informe final a las autoridades que así lo requieran.

El supervisor ambiental será responsable del manejo ambiental, seguimiento de la aplicación de las medidas de mitigación, del seguimiento, así como, la evaluación de forma continua de los impactos ambientales. Además, será responsable de:

- Dirigir y documentar las inspecciones del medio ambiente.
- Proporcionar apoyo técnico para las actividades del cumplimiento ambiental.
- Organizar y supervisar el rescate y reubicación de flora.
- Organizar y supervisar el monitoreo y reubicación de la fauna.
- Preparar los informes requeridos (bitácora, reporte mensual, memoria fotográfica)

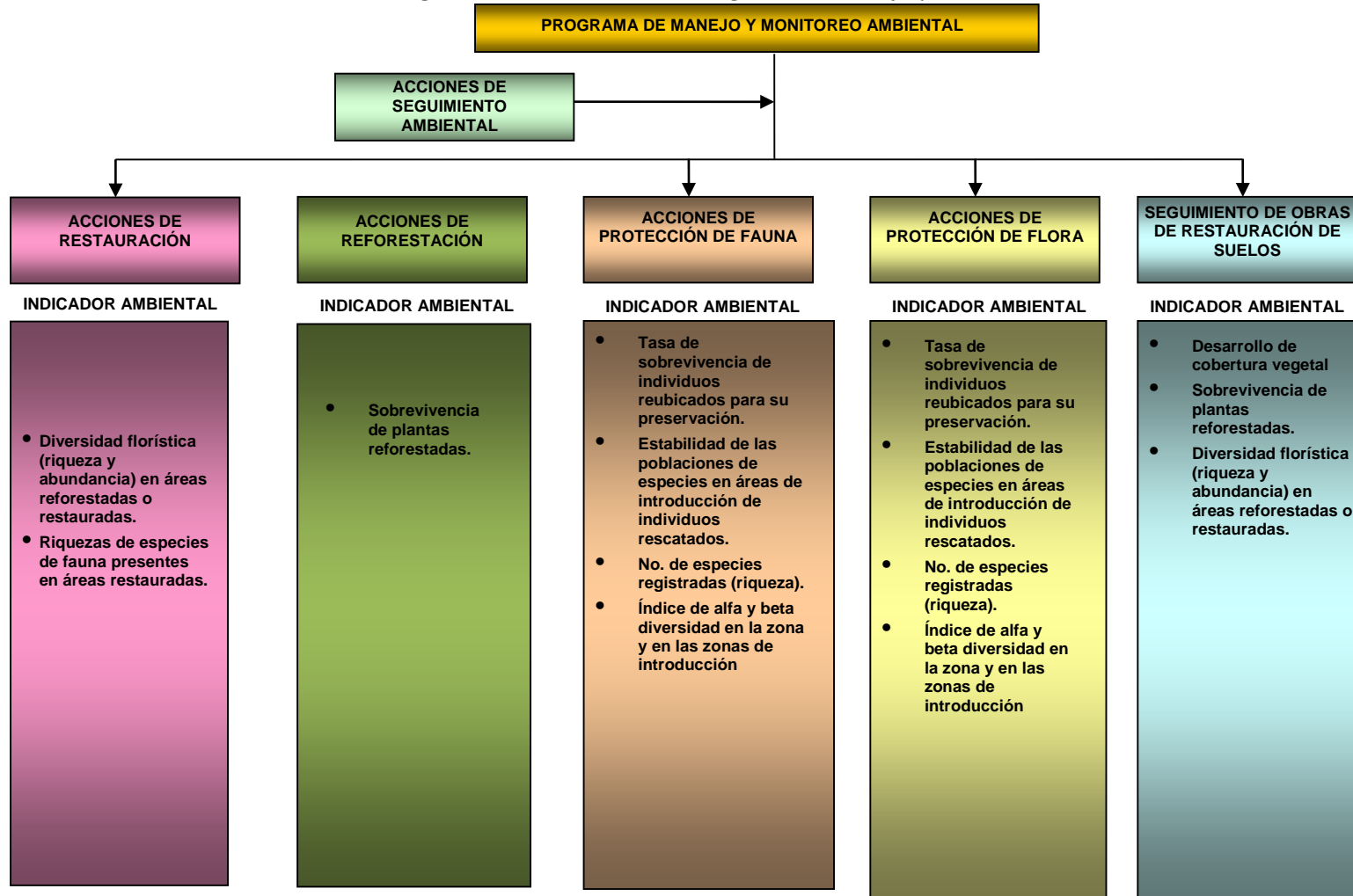
La siguiente tabla, pretende proporcionar una base en cuanto a la organización de actividades referentes al plan de manejo ambiental de acuerdo con la calendarización de la instalación del camino y de acuerdo a lo establecido en los diferentes programas que forman parte del manejo ambiental. Sin embargo, el supervisor ambiental debe analizar el conjunto de actividades a realizar y modificar o ajustar la programación presentada. En la siguiente figura se presenta un esquema general de las Acciones que componen el Plan de Manejo y Monitoreo Ambiental.

**Tabla VI. 15.** Ejemplo de Plan de Manejo propuesto (Este se modificará conforme a las necesidades)

PERIODOS DE ACUERDO A LAS ETAPAS DEL PROYECTO, EN QUE SE APLICARÁN LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN PROPUESTAS	TRAMITES PREVIOS			PREP. DEL SITIO			CONSTRUCCIÓN					LIMPIEZA GRAL		OP. Y MTTO		
	Liberación del DV	Trazo del proyecto	Otros estudios	Retiro de vegetación	Despalme	Obras provisionales	Excavaciones	Drenaje menor	Acarreos	Terraplenes	Pavimentación	Señalamientos	Retiro de maquinaria	Limpieza general	Operación	Mantenimiento
<b>ECOLOGÍA</b>																
Realizar el rescate y reubicación																
Prohibir extracción de flora silvestre en especial aquella con alguna categoría en la NOM-059-SEMARNAT-2010																
Prohibir introducción de flora exótica																
Prohibir el uso de químicos o fuego para el retiro de vegetación en áreas de apertura																
Limitar la circulación de vehículos a la LC propuesta																
Capacitación a los trabajadores sobre el respeto a la vegetación																
Adecuación de las OD para ser utilizadas como pasos para la fauna																
Monitoreo y rescate de fauna																
<b>CONTAMINACIÓN AMBIENTAL</b>																
Prohibir realizar cualquier tipo de actividad durante la noche																
Utilizar iluminación localizada para áreas de instalaciones temporales																
Programación de las actividades evitando la temporada de lluvia																
Instalación de sanitarios portátiles																
Almacén de material de despalme en áreas adecuadas																
Limitar la circulación de vehículos a la LC propuesta																
Remoción del suelo donde hayan ocurrido derrames de combustibles o aceites																
Instalar recipientes para disposición de residuos urbanos																
Disposición final de RU en sitios autorizados por el municipio																
Instalar recipientes y almacén temporal para RP's																
Transporte y disposición final de RP's por empresa autorizada																
<b>ASPECTOS ESTÉTICOS</b>																
Evitar exceso de carga en vehículos de acarreo																
Realizar mantenimiento preventivo en maquinaria y vehículos																
Descompactación del suelo al retirar instalaciones provisionales																
Establecer un programa permanente de recolección de residuos en el DV																
<b>ASPECTOS DE INTERÉS HUMANO</b>																
Contratar trabajadores de las poblaciones cercanas																
Establecer un sistema de seguridad en los frentes de trabajo																
Colocar señalamientos preventivos																
Contar con botiquín de emergencias																
Proveer los trabajadores con equipo de protección personal																
Dar mantenimiento preventivo y correctivo al camino																

En la siguiente figura se presenta un esquema general de las Acciones que componen el Plan de Manejo y Monitoreo Ambiental.

Imagen VI. 12. Elementos del Programa de manejo y monitoreo ambiental.



Fuente: SECIRA, 2019.

Se aplicará el plan vigilancia como parte del PMA para garantizar la efectividad de las acciones que tienen como propósito controlar todos y cada uno de los impactos ambientales.

### **1. ACCIONES DE PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA Y RUIDO.**

**Etapas que se aplicara:**

Preparación del Sitio y Construcción.

**Parámetro:**

Contaminación del medio físico.

**Impactos objetivo:**

Afectaciones a la atmósfera y el ambiente.

Emisión de humo y polvo.

Producción de malos olores.

Generación de ruido.

**Procedimientos:**

- 1.- Se deberá vigilar que los vehículos que transporten materiales estén cubiertos con lonas o plásticos para evitar la caída de materiales y polvos.
- 2.- Se prohibirá que los trabajadores realicen fogatas para calentarse o cocinar sus alimentos.
- 3.- Se vigilará la separación de residuos sólidos y se verificará que aquellos que consistan en restos de alimentos sean recolectados a la brevedad, debiéndose almacenar correctamente de manera temporal, para evitar la aparición de fauna nociva y malos olores.
- 4.- El supervisor ambiental debe vigilar y exigir que todos los vehículos estén afinados y cuenten con la verificación vehicular y se tener los documentos y matrícula de vehículos debidamente registrados.

**Responsable:**

Contratista y supervisor ambiental.

**Periodicidad:**

Se vigilará durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto (y durante la etapa de abandono del sitio en caso de que se presente).

**Equipos:**

Cubiertas plásticas.

Lonas.

Recipientes de residuos con trampa de antifauna.

Bitácoras.

Comprobantes de verificación vehicular.

Cámara fotográfica.

**Tipo de apoyo:**

Externo.

**Aspectos por considerar:**

Garantizar que no existan emisiones a la atmósfera que puedan dañar la salud de la población aledaña y de los trabajadores.

**Duración de aplicación:**

Durante todo el tiempo en que se efectuó la construcción del proyecto, hasta limpiar el área del proyecto después de concluida la obra y se desmantele el patio de maniobras.

**Documentos probatorios relevantes:**

Contratos de servicios.

Autorización de la empresa prestadora de servicios por parte de la autoridad ambiental competente.

Comprobante de autorizaciones para disposición final de aguas y residuos sólidos.

Bitácoras de registro.

**Indicador de realización**

Fotografías y comprobantes de verificación vehicular.

**Indicador de efecto:**

Ausencia de materiales contaminantes.

**Umbral de alerta:**

Presencia de malos olores.

Falta de visibilidad.

**Umbral inadmisibles:**

Personal con enfermedades respiratorias.

Contaminación del sitio y de sus alrededores.

**Frecuencia de revisión del cumplimiento:**

Se deberá vigilar diariamente el cumplimiento de estas medidas y tener reportes semanales que deberán mostrarse a la autoridad cuando se requieran, con evidencia fotográfica.

## **2.- PROGRAMA DE REFORESTACIÓN.**

**Etapas que se aplicara:**

Construcción y operación.

**Parámetro:**

A los individuos reforestados se les deberá proporcionar los cuidados correspondientes para garantizar una sobrevivencia mínima del 80%.

**Impactos objetivo:**

Compensación y aumento de cobertura vegetal.

**Procedimientos:**

1. Identificar y delimitar áreas a reforestar.
2. Determinar especies y cantidad de planta.
3. Obtener material vegetativo (producción de planta en vivero y propagación vegetativa).
4. Preparación y protección del terreno.
5. Transporte de plantas.
6. Plantación.
7. Mantenimiento de la plantación.

**Responsable:**

Contratista y supervisor ambiental.

**Periodicidad:**

Se vigilará durante las fases de construcción y operación y se reportará cada 6 meses y un reporte final.

**Tipo de apoyo:**

Empresas especializadas en reforestación y conservación de recursos naturales.

**Aspectos por considerar:**

Garantizar que no se mezclen los residuos con los sustratos a utilizar para la planta.

**Duración de aplicación:**

Durante todas las fases de desarrollo del proyecto, y en particular en la fase crítica que corresponde la sobrevivencia de las plántulas.

**Documentos probatorios relevantes:**

Contratos de servicios.

Autorización de la empresa prestadora de servicios.

Bitácoras de registro.

**Indicador de realización:**

Material fotográfico y comprobantes de recibo de las empresas.

**Indicador de efecto:**

Mejora del entorno.

**Umbral de alerta:**

Mortandad de plántulas en un 5%.

**Umbral inadmisibles:**

Mortandad de plántulas en un 21%.

**3.- PROGRAMA DE CONSERVACIÓN DE ESPECIES DE FAUNA Y FLORA NATIVA (INCLUYE ACCIONES DE RESCATE Y REUBICACIÓN.**

**Etapas que se aplicará:**

Preparación del sitio y construcción.

**Parámetro:**

Preservación y conservación de especies de flora y fauna silvestres.

**Impactos objetivo:**

Conservación y protección de la biodiversidad.

**Procedimientos:**

1. Efectuar el desplazamiento de fauna silvestre en la zona de los trabajos y áreas adyacentes.
2. Activar el procedimiento de rescate de flora y métodos de rescate de fauna de especies susceptibles.
3. Colecta, captura e identificación de los individuos, que incluye mediciones morfométricas;
4. La obtención de germoplasma para la propagación vegetativa de especies protegidas,
5. Traslado y reubicación de las especies rescatadas a un área ecológicamente similar, las características que los sitios deben poseer para asegurar el éxito del rescate son:

Que el sitio destino presente condiciones y recursos adecuados para la sobrevivencia y desarrollo de los ejemplares reubicados,

Que el sitio se encuentre a una distancia lo más cercana posible para disminuir el estrés de los organismos a relocalizar, y

Que el sitio de reubicación cuente con protección o inaccesibilidad para minimizar la perturbación de los ejemplares o que puedan poner en riesgo a las personas, cuando se trata de especies venenosas (ej. serpientes) o que entran en conflicto con el humano.

**Responsable:**

Contratista y supervisor ambiental.

**Periodicidad:**

Se vigilará durante las fases de preparación y construcción y se reportará cada 6 meses y un reporte final.

**Tipo de apoyo:**

Empresas especializadas en conservación y manejo de flora y fauna silvestres.

**Duración de aplicación:**

Previo al inicio de la etapa de preparación del sitio para ahuyentado, rescate y reubicación de flora y fauna silvestre y hasta el final de la construcción para adecuar obras de drenaje.

**Documentos probatorios relevantes:**

Contratos de servicios.

Autorización de la empresa prestadora de servicios.

Bitácoras de registro.

**Indicador de realización:**

Material fotográfico y comprobantes de recibo de las empresas.

**Indicador de efecto:**

Conservación de biodiversidad

**Umbral de alerta:**

Mortandad de especies rescatadas y reubicadas en un 10%.

**Umbral inadmisibles:**

Mortandad de especies rescatadas y reubicadas en un 25%.

**4.- PROGRAMA DE CONSERVACIÓN DE SUELOS Y PROTECCIÓN DE CUERPOS DE AGUA.**

**Etapa que se aplicara:**

Preparación del sitio y construcción.

Que el sitio de reubicación del suelo cuente con protección o inaccesibilidad para minimizar la perturbación antrópica, ante el depósito clandestino de residuos sólidos o sustancias contaminantes.

**Responsable:**

Contratista y supervisor ambiental.

**Periodicidad:**

Se vigilará durante las fases de preparación y construcción y se reportará cada 6 meses y un reporte final.

**Tipo de apoyo:**

Empresas especializadas en conservación de suelos.

**Duración de aplicación:**

Previo al inicio de la etapa de preparación del sitio para rescate y reubicación de la capa edáfica superficial hasta el final de la etapa de construcción para la adecuación de obras de drenaje. Se recomienda se ubique aguas arriba de la zona de la obra, para ser utilizado posteriormente para la reforestación.

**Documentos probatorios relevantes:**

Contratos de servicios.

Autorización de la empresa prestadora de servicios.

Bitácoras de registro.

**Indicador de realización:**

Material fotográfico y comprobantes de recibo de las empresas.

**Indicador de efecto:**

Conservación de suelos.

**Umbral de alerta:**

Cantidad de suelo perdido hasta en un 40% de su volumen rescatado.

**Umbral inadmisibles:**

Perdida de suelo en más del 40% de su volumen rescatado.

**5. PLAN INTEGRAL DE MANEJO DE RESIDUOS, POR GENERACIÓN DE RESIDUOS Y USO DE SUSTANCIAS TÓXICAS.**

**Etapa que se aplicara:**

Preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento.

**Parámetro:**

Contaminación del medio físico.

**Impactos objetivo:**

Riesgos de toxicidad al agua y suelo.



**Procedimientos:**

- 1.- Se construirá un almacén, fuera del área del proyecto, para resguardar de manera provisional algunas sustancias que por su naturaleza pueden ser catalogadas como peligrosas.
- 2.- Establecer recipientes para el almacenamiento de residuos que pueden considerarse tóxicos como solventes y aceites gastados, así como estopas, mismos que serán registrados en una bitácora y entregados a empresas registrada ante la SEMARNAT, para su manejo, tratamiento y disposición final.
- 3.- Se aplicará y vigilará el cumplimiento de un plan de separación de residuos sólidos en las diferentes etapas de desarrollo del proyecto.
- 4.- Se garantizará que no existirán restos de materiales producto de las excavaciones y rellenos, o bien de restos de construcción, a fin de eliminar riesgo de degradación.
- 5.- Se dispondrá de medidas para que los materiales sobrantes se transporten a empresas especializadas y autorizadas para su reutilización, y con ello reducir cualquier efecto negativo.
- 6.- En la operación se aplicará una vigilancia estricta sobre el manejo de residuos.

**Responsable:**

Contratista y supervisor ambiental.

**Periodicidad:**

Se vigilará durante todas las fases.

**Equipos:**

Recipientes plásticos con tapa hermética para la separación de potenciales restos tóxicos.  
Recipientes metálicos para los restos de construcción.

**Tipo de apoyo:**

Empresas especializadas en el manejo de residuos.

**Aspectos por considerar:**

Garantizar que no se mezclen los residuos y que reciban un tratamiento por tipo de residuos, de preferencia buscar el reciclado y reúso de los residuos.  
Evitar el contacto de residuos con suelo y agua, así como su dispersión en los escurrimientos.

**Duración de aplicación:**

Durante todas las fases de desarrollo del proyecto, y en particular en la fase crítica que corresponde a la etapa de preparación y construcción de la obra.

**Documentos probatorios relevantes:**

Contratos de servicios.  
Autorización de la empresa prestadora de servicios.  
Comprobante de autorizaciones.  
Bitácoras de registro.

**Indicador de realización:**

Material fotográfico y comprobantes de recibo de residuos por las empresas.

**Indicador de efecto:**

Evitar contaminación del sitio, reduciendo efectos negativos a la salud de trabajadores.

**Umbral de alerta:**

Presencia de residuos en los alrededores y en particular en la zona aledaña a los límites del proyecto.

**Umbral inadmisibles:**

Contacto de residuos con la fauna.

**Frecuencia de revisión del cumplimiento:**

Se deberán vigilar diariamente el cumplimiento de estas medidas y tener reportes semanales para mostrarse a la autoridad cuando se requieran, con evidencia fotográfica.

## **6. PLAN DE SEGUIMIENTO Y CONTROL (MONITOREO)**

### **Objetivo:**

Busca implementar todas las acciones necesarias para llevar a cabo el monitoreo confiable de las variables ambientales más relevantes, incluidas aquellas en que se haya detectado un impacto ambiental negativo.

### **Cobertura espacial:**

El plan de monitoreo ambiental cubrirá todas las condicionantes y términos señalados por la SEMARNAT, para su monitoreo y verificación oportuna, así como las recomendaciones del Programa de Manejo Ambiental.

### **Descripción.**

El Plan de Monitoreo Ambiental incluye todas las acciones y procedimientos necesarios para monitorear las variables ambientales claves y en particular las sujetas a cumplimientos por los instrumentos jurídicos.

Los resultados de la implementación de dicho plan de monitoreo serán reportados periódicamente a SEMARNAT. Estos resultados podrán ser verificados por la Procuraduría Federal de Protección al Medio Ambiente (PROFEPA), siendo la Delegación Federal en el Estado, a la que le corresponde dicha verificación, la cual recibirá copia de los reportes hechos a SEMARNAT. Es importante para el cumplimiento de dicho plan, que sean consideradas las medidas de mitigación y compensación manifestadas dentro la MIA-R, así como en este Plan de Manejo Ambiental. Además, el PMA deberá contener lo siguiente:

- a) Indicadores para medir el éxito de las medidas instrumentadas.
- b) Acciones de respuesta cuando la aplicación de las medidas no genere los resultados esperados.
- c) Plan operativo para la atención a contingencias ambientales.
- d) Plazos de ejecución de las acciones y medidas.

### **VI.3. Seguimiento y Control (Monitoreo).**

Con la finalidad de cumplir con la implementación de medidas de prevención y mitigación ambiental se deberá aplicar una estrategia de planeación, programación, presupuesto y control, asesorías, cuando aplique. Adicionalmente, la implementación de medidas de prevención y mitigación ambientales en este tipo de proyectos suelen ser variables y dependientes de varios componentes (aire, geología y geomorfología, suelo, hidrología superficial y subterránea, suelos, vegetación y fauna). Estos componentes contienen factores, que son impactados por las actividades que se realizan en cada una de las etapas del Proyecto (Preparación del sitio, Construcción y Operación y Mantenimiento).

El seguimiento y control de las medidas de mitigación se harán de acuerdo con los cuadros siguientes:

**Tabla VI. 16.** Seguimiento y control de las medidas generales.

MEDIDA		DOCUMENTO O IMPLEMENTACIÓN	SEGUIMIENTO
<b>MEDIDAS DE MANEJO</b>			
1	Capacitación ambiental en todos sus trabajadores y exigir la capacitación de los contratistas que tengan asignadas las distintas obras, para el cumplimiento de las medidas previstas en el estudio y la concientización de los trabajadores.	Presentación del Programa o documento de difusión de las medidas Impartición de pláticas periódicas (cada 6 meses)	Listas de asistencia a los cursos Relación de recibimiento de la información
2	Establecer como una actividad cotidiana, durante toda la duración de la obra y en caminos de acceso, que el personal induzca el ahuyentado de la fauna, sobre todo la de lento desplazamiento, como reptiles, incluyendo la reubicación de sus madrigueras o nidos, en sitios más conservados.	Bitácora Presentación del programa de rescate de fauna.	Listas de asistencia a los cursos Relación de recibimiento de la información Registro fotográfico de la actividad
3	Establecer a los trabajadores prohibiciones estrictas y sanciones para evitar acciones que afecten a la fauna silvestre, como la caza, captura y compraventa, así como la muerte de cualquier tipo de vegetación existente.	Presentación del programa Impartición de pláticas periódicas (cada 6 meses)	Listas de asistencia a los cursos Relación de recibimiento de la información Registro fotográfico de la actividad
4	Durante el desmonte y despalme, se deben triturar los residuos vegetales depositando y mezclando con el suelo, aguas arriba de la zona adyacente o perimetral al proyecto, para el futuro enriquecimiento de las condiciones edáficas.	Registro de los volúmenes de residuos vegetales mezclados con el suelo.	Bitácora Memoria fotográfica de la colocación de la materia vegetal y su mezcal con materiales edáficos.
5	Eliminar la vegetación por medios mecánicos y manuales nunca con métodos químicos, ni quemar de los residuos orgánicos, se deberá evitar el uso de pesticidas.	Bitácora Registro fotográfico de la actividad	Bitácora Registro fotográfico de la actividad
6	Limpiar los sitios al concluir las etapas de preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento y abandono el sitio.	Bitácora Registro fotográfico de la actividad Contrato con la empresa que moverá los residuos	Bitácora Registro fotográfico de la actividad Constatar el cumplimiento del contrato
<b>MEDIDAS DE PREVENCIÓN</b>			
7	Los camiones que circulen con materiales que emitan polvo deberán estar cubiertos con una lona.	Oficio con la instrucción Registro fotográfico de la actividad	Bitácora Registro fotográfico
8	Circular a baja velocidad para evitar al mínimo la dispersión de polvos en los caminos de acceso y respetar el límite de velocidad, para proteger a la fauna que cruza por estas vías.	Oficio con la instrucción Registro fotográfico de la actividad	Bitácora Registro fotográfico
<b>MEDIDAS DE MINIMIZACIÓN</b>			
9	Colocar la capa superficial del suelo (máximo hasta los 10 cm de profundidad) de los despalmes en un sitio aguas arriba, para utilizarlo en la reforestación o en aquellos sitios destinados a la recuperación ecológica, a fin de recuperar la condición orgánica del suelo y favorecer la colonización vegetal.	Plano con los sitios para colocación del material Bitácora Registro fotográfico	Bitácora Registro fotográfico
10	En las diferentes actividades de las obras, cerrar cualquier zanja abierta, para evitar que se convierta en trampa para la fauna.	Oficio con la instrucción	Bitácora Registro fotográfico

Fuente: SECIRA, 2019

**Tabla VI. 17.** Seguimiento y control de las medidas de mitigación.

Componente ambiental	Factor	Medidas de mitigación	Documentación	Indicador de la realización	Indicador de resultado	Medidas emergentes	Periodicidad
<b>PREPARACIÓN EL SITIO Y CONSTRUCCIÓN</b>							
Aire	Calidad del aire	Contar con programa de mantenimiento preventivo a vehículos y maquinaria, manteniendo registros actualizados.	Bitácora de mantenimiento	Documento del taller de mantenimiento	Funcionamiento correcto del vehículo	Llevar vehículos a mantenimiento	Mantenimiento que se requiera por uso
		Evitar que vehículos, maquinaria y equipo funcionen de manera innecesaria, para reducir emisión de contaminantes y consumo de combustible.	Oficio de indicaciones a operadores	Observación de la maquinaria	Observar a la maquinaria sin funcionamiento cuando se requiera	Llamada de atención a los operadores	Diario
	Partículas suspendidas	Riego en áreas de vialidades de terracería para evitar la generación de material particulado.	Bitácora	Observación y documentar la actividad	Ausencia de partículas en el aire	Humedecer las zonas	Cuando sea necesario o se requiera
		Humedecer las áreas de trabajo que generen material particulado.	Bitácora	Observación y documentar la actividad	Ausencia de partículas en el aire	Humedecer las zonas	Cuando sea necesario o se requiera
		Aplicar un programa de mantenimiento preventivo vehicular, con los registros actualizados.	Bitácora de mantenimiento	Documento del taller de mantenimiento	Funcionamiento correcto del vehículo	Llevar a mantenimiento	Mantenimiento que se requiera por uso
	Niveles de ruido	Aplicar un Programa de mantenimiento preventivo a maquinaria, vehículos y equipo, con registros actualizados.	Bitácora de mantenimiento	Documento del taller de mantenimiento	Funcionamiento correcto del vehículo	Llevar a mantenimiento	Mantenimiento que se requiera por uso
		Los equipos de mayor emisión de ruido serán utilizados en horarios de actividad diurna.	Registro de la emisión de ruido	Presencia de vehículos	Cumplimiento de normatividad	Llevar a mantenimiento	Mantenimiento que se requiera por uso Medición semanal de ruido
		Evitar que vehículos, maquinaria y equipo funcionen mientras no sea necesario, para reducir la emisión de contaminantes y consumo de combustible.	Oficio de indicaciones a operadores	Observación de la maquinaria	Observar a la maquinaria sin funcionamiento cuando se requiera	Llamada de atención a los operadores	Diario
	Geología y Geomorfología	Relieve y Microrelieve	Limitar las nivelaciones y compactaciones únicamente a las zonas definidas en el Proyecto.	Bitácora de obra Registro fotográfico	Superficies de obra realizados	Superficies de obra concluidos	Rectificación de acuerdo con el proyecto. Restaurar zonas afectadas

Capí

19

	Tener control estricto de los materiales para evitar que caigan en líneas de escorrentía.	Bitácora de obra Registro fotográfico	Observación en las zonas de interés que estén libres de materiales	Registro fotográfico	Rectificación de acuerdo con el proyecto. Limpiar la zona Restaurar zonas afectadas	Semanal	
Suelo	Estructura del suelo	Delimitar el área del desmonte y despalme previo al inicio de actividades, para solo afectar los sitios destinados a la construcción y operación.	Bitácora de obra Registro fotográfico	Superficies de obra realizados	Superficies de obra concluidos	Rectificación de acuerdo con el proyecto Restaurar zonas afectadas	Semanal
		El suelo retirado deberá colocarse un área aguas arriba donde no se realice ninguna construcción.	Bitácora de obra Registro fotográfico	Superficies de obra realizados	Volúmenes movidos	Rectificación de acuerdo con el proyecto Memoria fotográfica Restaurar zonas afectadas	Semanal
Calidad del suelo	Implementar el Plan de Manejo Integral de Residuos, el cual incluirá programas e indicadores para medir efectividad de recolección, separación, almacenamiento temporal y eventual transferencia a sitios de disposición adecuados. Los programas del Plan son los siguientes: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Manejo de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial</li> <li>• Manejo de Residuos Peligrosos</li> </ul>	Presentación del Plan de manejo autorizado por SEMARNAT  Contratos con las empresas de manejo de residuos	Cumplimiento del Plan	Registro del área libre de residuos Memoria fotográfica	Limpiar la zona inmediatamente Restaurar zonas afectadas	Diario	
	Se monitoreará la detección de derrames de hidrocarburos en las áreas del proyecto, para evitar su conducción a líneas de escorrentía.	Bitácora de obra Registro fotográfico	Supervisión por las zonas	Superficies monitoreadas Memoria fotográfica	Limpieza del suelo contaminado Memoria fotográfica Contrato con la empresa de limpieza Restaurar zonas afectadas	Semanal	
Erosión	Realizar riegos, en caso de ser necesario, durante la Preparación del sitio y Construcción.	Bitácora de obra Datos de campo de índices de erosión Registro fotográfico	Implementación de medición de erosión Bitácora Registro fotográfico	Reducción del índice de erosión Memoria fotográfica	Implementar medidas más estrictas para detener la erosión	En época de lluvias o vientos mensualmente	
Hidrología superficial	Calidad del agua	Implementar el Plan de Manejo Integral de Residuos y sus programas e indicadores para medir efectividad en la recolección, separación,	Presentación del Plan de manejo autorizado por SEMARNAT	Cumplimiento del Plan Cumplimiento de la normatividad en materia de agua	Registro del área libre de residuos Memoria fotográfica	Limpiar la zona inmediatamente Restaurar zonas afectadas	Diario

	almacenamiento temporal y eventual transferencia a sitios de disposición final. Los programas son:	Contratos con las empresas de manejo de residuos					
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manejo de Residuos Sólidos Urbanos y Manejo Especial</li> <li>• Manejo de Residuos Peligrosos</li> </ul>						
	Se utilizarán letrinas portátiles, una por cada 20 trabajadores, durante la Preparación y Construcción.	Contrato con el proveedor	Presencia de las letrinas	Documento del proveedor de mantenimiento periódico	Contratación de más letrinas o incremento en el mantenimiento de	De acuerdo con el contrato realizado	
	Realizar el monitoreo de detección de derrames en la zona del proyecto, para evitar su conducción a cuerpos de agua	Bitácora de obra Registro fotográfico	Supervisión por las zonas	Superficies monitoreadas Memoria fotográfica	Limpieza del suelo contaminado Memoria fotográfica Contrato con la empresa de limpieza Restaurar zonas afectadas	Semanalmente	
Vegetación	Estructura y composición	Implementar el Programa de rescate y reubicación de especies de flora. Implementar Programa de compensación ambiental.	Programa aprobado por SEMARNAT Programa de compensación ambiental	Bitácora y registro de especies rescatadas y reubicadas Realizar actividades propuestas del programa de compensación	Cumplimiento de los indicadores aprobados en el programa	Ajustes a los programas	De acuerdo con el programa
Fauna	Abundancia y distribución de las comunidades	Se ejecutará el Programa de rescate de fauna silvestre que incluye:	Programa aprobado por SEMARNAT Programa de compensación ambiental	Bitácora y registro de especies rescatadas y reubicadas Realización de las actividades propuestas en el programa de compensación	Cumplimiento de los indicadores aprobados en el programa	Ajustes a los programas	De acuerdo con el programa
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Previo a las actividades de desmonte y despilme, identificará y moverá en caso de ser factible nidos y madrigueras</li> <li>• En caso de encontrar algún sitio de anidación, se dejará que la especie cumpla el ciclo reproductivo y posteriormente reubicar las crías</li> <li>• Realizar acciones para ahuyentar y rescatar especies de hábitos subterráneos, de lento desplazamiento, con preferencia de aquellas</li> </ul>						

	<p>incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Liberar individuos en sitios seleccionados con anterioridad comprobando que sean lo más parecidos donde se rescataron los especímenes</li> </ul>						
Paisaje	Hábitat	Se evitará la afectación de zonas que no sean destinadas para realizar alguna actividad que el Proyecto indique.	Plano de zonas a modificar	Supervisión y registro de la actividad. Memoria fotográfica	Registro de las zonas modificadas Memoria fotográfica	Rectificación del trazo. Restaurar zonas afectadas	Semestralmente
	Calidad escénica	Se evitará la afectación de zonas que no sean destinadas para realizar alguna actividad que el Proyecto indique.	Memoria fotográfica de las condiciones iniciales	Bitácora Supervisión	Bitácora Supervisión Memoria fotográfica	Restaurar zonas afectadas	Trimestralmente
<b>OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO</b>							
Aire	Calidad del aire	Aplicar el programa de mantenimiento preventivo vehicular y maquinaria, con registros actualizados.	Bitácora de mantenimiento	Documento del taller de mantenimiento	Funcionamiento correcto del vehículo	Llevar a mantenimiento	Mantenimiento que se requiera por uso
		Se evitará que vehículos, maquinaria y equipo este en operación sin uso, para reducir la emisión de contaminantes y consumo de combustible	Oficio de indicaciones a operadores	Documento del taller de mantenimiento	Funcionamiento correcto del vehículo	Llevar a mantenimiento	Mantenimiento que se requiera por uso
		Mantener en óptimas condiciones la vegetación de la zona de conservación para que absorban la contaminación ambiental	Bitácora Programa de mantenimiento Registro fotográfico Plan de manejo de la zona de conservación	Cumplimiento del plan de manejo Registro Fotográfico	Cumplimiento de los indicadores incorporados en el Plan de manejo Registro Fotográfico	Sustitución de la vegetación Restauración de la zona de conservación Ajustes al programa	Semestralmente
	Partículas suspendidas y Ruidos	Tener un programa de mantenimiento preventivo a vehículos y maquinaria, manteniendo los registros actualizados.	Bitácora de mantenimiento	Documento del taller de mantenimiento	Funcionamiento correcto del vehículo	Llevar a mantenimiento	Mantenimiento que se requiera por uso
Se evitará que vehículos, maquinaria y equipo este en operación sin uso, para		Oficio de indicaciones a operadores	Observación de la maquinaria	Observar a la maquinaria sin funcionamiento cuando se requiera	Llamada de atención a los operadores	Diario	

		reducir emisión de contaminantes por el uso de combustible					
Suelo	Calidad del suelo	Implementar el Plan de Manejo Integral de Residuos y sus programas con indicadores para medir su efectividad en la recolección, separación, almacenamiento temporal y eventual transferencia a sitios de disposición adecuados. Los programas del Plan son los siguientes: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Manejo de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial</li> <li>• Manejo de Residuos Peligrosos</li> </ul>	Presentación del Plan de manejo autorizado por SEMARNAT  Contratos con las empresas de manejo de residuos	Cumplimiento del Plan	Registro del área libre de residuos Memoria fotográfica	Limpiar la zona inmediatamente Restaurar zonas afectadas	Diario
		Monitorear la detección de derrames de hidrocarburos u otras sustancias, para evitar su conducción al drenaje superficial	Bitácora de obra Registro fotográfico	Supervisión por las zonas	Superficies monitoreadas Memoria fotográfica	Limpieza del suelo contaminado Memoria fotográfica Contrato con empresa de limpieza Restaurar zonas afectadas	Semanalmente
Hidrología	Calidad del agua	Detectar derrames de hidrocarburos o de cualquier sustancia en la zona del proyecto.	Bitácora de obra Registro fotográfico	Supervisión por las zonas	Superficies monitoreadas Memoria fotográfica	Limpieza del suelo contaminado Memoria fotográfica Contrato con la empresa de limpieza Restaurar zonas afectadas	Semanalmente
		Contar con un Programa de manejo de residuos solidos	Presentación del Plan de manejo autorizado por SEMARNAT Contratos con empresa de manejo de residuos	Cumplimiento del Plan	Registro del área libre de residuos Memoria fotográfica	Limpiar la zona inmediatamente Restaurar zonas afectadas	Diario

Fuente: SECIRA, 2019.



## VI.4. Información necesaria para la fijación de montos para fianzas.

En base al acuerdo mediante el cual se expiden los costos de referencia para reforestación o restauración y su mantenimiento para compensación ambiental por cambio de uso de suelo en terrenos forestales y la metodología para su estimación, publicado en el año 2006. El costo por este rubro se obtiene en base a la siguiente tabla.

**Tabla VI. 18.** Costos de referencia para compensación ambiental

Concepto	Área geográfica para el salario mínimo vigente	Costo de referencia para compensación ambiental por ecosistema [monto (\$) por hectárea]			
		Templado-frío	Tropical	Árido y semiárido	Humedales
Actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento	A	9,447.08	7,795.08	5,951.63	11,295.08
	B	9,259.84	7,607.84	5,817.24	11,107.84
	C	9,092.44	7,440.44	5,697.09	10,940.44

En el área del proyecto se cuenta solo con ecosistemas Tropicales y la zona geográfica corresponde a la "A" pero derivado del cambio del valor del salario mínimo con respecto a la fecha de publicación se desarrolla a continuación el cálculo del costo por ecosistema y hectárea.

**Costo por hectárea, para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento** = (precio de la planta para reforestación multiplicado por el número de plantas necesarias) + (Precio de la mano de obra multiplicado por el número de jornales requeridos para reforestación) + (Precio del transporte de planta multiplicado el número de kilómetros necesarios) + (Precio de la mano de obra multiplicado por el número de jornales requeridos para las obras de conservación de suelos y preparación para la reforestación) + (Precio de la mano de obra multiplicado por el número de jornales requeridos para llevar a cabo el mantenimiento) + (precio de la mano de obra multiplicada por el número de jornales requeridos para llevar a cabo la asesoría técnica).

I.- El precio de la planta es el que se señala en la tabla:

**Tabla VI. 19.** Costo de la planta

Ecosistema	Costo de planta
Templado-frío	\$25.00

II.- El precio del flete de planta, incluyendo la carga y descarga es de: \$1000.00 por kilómetro.

III.- El precio de la mano de obra, es el equivalente al salario mínimo vigente para cada área geográfica (SMVZ), determinado por la Comisión Nacional de Salarios Mínimos, por lo cual el valor es de:

Área geográfica	Monto del salario mínimo/por jornal
A	\$102.68

Las cantidades para determinar los costos de referencia son las siguientes:

I.- La cantidad de plantas o densidad de plantación es igual al número de plantas requerido por ecosistema para garantizar la restauración de acuerdo a la tabla:

**Tabla VI. 20.** Número de plantas por hectárea.

Ecosistema	(número de plantas por hectárea)
Templado-frío	2,240

II.- La cantidad de mano de obra por hectárea para llevar a cabo la reforestación es igual a 19 jornales

III.- La cantidad de mano de obra por hectárea para llevar a cabo las obras de conservación de suelos y preparación para la reforestación es de 70 jornales

IV.- La cantidad de mano de obra por hectárea para llevar a cabo el mantenimiento es igual a: 28 jornales

V.- La cantidad de mano de obra por hectárea para la asesoría técnica es igual a: 7 jornales

Por lo cual el valor para calcular el costo por hectáreas el siguiente.

**Costo por hectárea, para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento** = (precio de la planta para reforestación multiplicado por el número de plantas necesarias) + (Precio de la mano de obra multiplicado por el número de jornales requeridos para reforestación) + (Precio del transporte de planta multiplicado el número de kilómetros necesarios) + (Precio de la mano de obra multiplicado por el número de jornales requeridos para las obras de conservación de suelos y preparación para la reforestación) + (Precio de la mano de obra multiplicado por el número de jornales requeridos para llevar a cabo el mantenimiento) + (precio de la mano de obra multiplicada por el número de jornales requeridos para llevar a cabo la asesoría técnica).

**Costo por hectárea, para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento** =  $(35.00 \times 2,240) + (19 \times 102.68) + (1000.00 \times 30) + (70 \times 102.68) + (28 \times 102.68) + (7 \times 102.68) = \$98,732.32$  por hectárea.

Derivado que solo se verán afectadas 5.61 ha y multiplicando por el costo por hectárea se obtiene el total de **\$553,888.31 (QUINIENTOS CINCUENTA Y TRES MIL OCHOCIENTOS OCHENTA Y OCHO PESOS 31/100 MN)**. Así mismo en base al Acuerdo por el que se establecen los niveles de equivalencia para la compensación ambiental por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales se mencionan a continuación.

**Tabla VI. 21.** Acuerdo por el que se establecen los niveles de equivalencia.

I.	TIPO DE ECOSISTEMA	PUNTOS
a.	Semiárido, trópico seco	1
b.	Humedales sin mangle, templado frío, excepto bosque mesófilo de montaña, trópico húmedo, excepto selva alta perennifolia	3
c.	Humedales con mangle, vegetación de galería, bosque mesófilo de montaña y selva alta perennifolia	5
II.	ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA VEGETACIÓN	
a.	Vegetación secundaria en proceso de degradación	1
b.	Vegetación secundaria en proceso de recuperación o en buen estado de conservación	2
c.	Vegetación primaria en proceso de degradación	3
d.	Vegetación primaria en proceso de recuperación o en buen estado de conservación	4
III.	PRESENCIA DE ESPECIES DE FLORA O FAUNA SILVESTRE LISTADAS EN ALGUNA CATEGORÍA DE RIESGO DE ACUERDO CON LA NOM-59-SEMARNAT-2001	
a.	Sujetas a protección especial	1
b.	Amenazadas	2
c.	En peligro de extinción	3
	* Si cualquiera de las especies presentes es endémico se suma un punto adicional	(+1)
IV.	SERVICIOS AMBIENTALES ESTABLECIDOS EN LA LGDFS QUE SE AFECTAN	
a.	Cuando se dejen de prestar hasta cuatro servicios ambientales	1
b.	Cuando se dejen de prestar más de cuatro servicios ambientales	2
V.	PRESENCIA DEL PROYECTO EN ÁREAS DE CONSERVACIÓN	
a.	Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA's), Regiones Terrestres Prioritarias (RTP's) o Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP's)	1

b.	Áreas Naturales Protegidas de carácter municipal, estatal o federal consideradas como de aprovechamiento restringido	2
c.	Áreas Naturales Protegidas de carácter municipal, estatal o federal consideradas como de conservación o protección	3
<b>VI. CARACTERÍSTICAS DE LA ACTIVIDAD U OBRA</b>		
a.	Trazo lineal que no implique el confinamiento del área	1
b.	Trazo poligonal que no implique el confinamiento del área	2
c.	Trazo poligonal que implique el confinamiento del área	3
d.	Trazo lineal que implique el confinamiento del área	4
<b>VII. AFECTACIÓN A LOS RECURSOS SUELO/VEGETACIÓN</b>		
a.	Afectación de la vegetación de manera temporal	1
b.	Afectación de la vegetación de manera permanente	2
c.	Afectación de la vegetación con sellamiento del suelo	3
<b>VIII. BENEFICIO</b>		
a.	Ambiental	0
b.	Social	1
c.	Particular	2
<b>TOTAL</b>		<b>12</b>

En base a la tabla anterior se obtiene el valor de la compensación ambiental con ayuda de la siguiente fórmula

**Fórmula:  $CA = (Po) (Fc) (S)$**

**Donde:**

**CA=** Compensación ambiental

**Po =** Puntuación obtenida

**Fc=** Factor de conversión (derivado de dividir la equivalencia máxima a compensar entre la suma de los máximos puntajes de los criterios establecidos)  $8/27 = 0.29$

**S=** Superficie por afectar.

La relación por compensar por hectárea en el proyecto es de 1:2.6. Derivado que en el SAR se tendrá una afectación de 5.61 ha. De uso de suelo forestal. El área total por compensar es de:

$$CA = (12 * 0.29 * 5.61) = 19.52 \text{ HA}$$

A partir de la necesidad de garantizar que durante la realización de las obras no se produzcan daños graves a los ecosistemas, se establece que:

“La Secretaría podrá exigir el otorgamiento de seguros o garantías respecto del cumplimiento de las condiciones establecidas en las autorizaciones, cuando durante la realización de las obras puedan producirse daños graves a los ecosistemas

Se considerará que pueden producirse daños graves a los ecosistemas, cuando:

- I. Puedan liberarse sustancias que al contacto con el ambiente se transformen en tóxicas, persistentes y bioacumulables;
- II. En los lugares en los que se pretenda realizar la obra o actividad existan cuerpos de agua, especies de flora y fauna silvestre o especies endémicas, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial;
- III. Los proyectos impliquen la realización de actividades consideradas altamente riesgosas conforme a la Ley, el reglamento respectivo y demás disposiciones aplicables, y
- IV. Las obras o actividades se lleven a cabo en Áreas Naturales Protegidas.”

En este caso no existen sitios con una vulnerabilidad y fragilidad relevantes, y por contrario toda la trayectoria del proyecto se encuentra con signos de deterioro evidentes. Aunado a lo anterior durante todas las etapas del proyecto no se han de liberar sustancias que puedan ser tóxicas, persistentes y bioacumulables, ni existen cuerpos de agua, especies de flora y fauna silvestre o especies endémicas, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial. De esta forma, será necesario que la empresa constructora recurra a presentar una fianza de protección ambiental; con este instrumento se dará cumplimiento a las demandas de protección a la fauna además de garantizar las medidas de protección y compensación a la vegetación eliminada, establecida por la CONAFOR y la Ley para el Desarrollo Sustentable Forestal y demás ordenamientos jurídicos, para este tipo de actividades.

A continuación, se pretendió obtener los costos de acuerdo a antecedentes encontrados en la literatura y documentos similares y en los casos que fuera viable, se elaboró un presupuesto desglosado, por lo que se obtuvieron costos de acuerdo a elaboración propia y fuentes externas. De acuerdo a los documentos consultados se presenta la siguiente tabla, la cual muestra el costo de realizar cada actividad y la suma total de estos conceptos dando una cantidad de \$1,463,210.80 (**UN MILLÓN CUATROCIENTOS SESENTA Y TRES MIL DOSCIENTOS DIEZ PESOS 80/100 M.N.**); además, en la última columna se desglosa el costo por km.

**Tabla VI. 22.** Información para montos de fianzas

ACTIVIDADES	COSTO DE 5.61 KM (MXN)	COSTO POR KM (MXN)
Ejecución y Supervisión de las medidas de mitigación enlistadas en la MIA-R	\$437,096.53	\$77,913.82
Acciones para rescate y reubicación de flora	\$296,601.20	\$52,870.09
Acciones para monitoreo y reubicación de fauna	\$292,416.54	\$52,124.16
Reparación de daños por la incorrecta ejecución de las medidas, programas y acciones ambientales	\$437,096.53	\$77,913.82
<b>TOTAL</b>		\$1,463,210.80

### ÍNDICE DE CAPITULO.

<b>VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN</b>	<b>3</b>
<b>DE ALTERNATIVAS.</b>	<b>3</b>
<b>VII.1. Descripción y análisis del escenario sin proyecto.</b>	<b>3</b>
<b>VII.2. Descripción y análisis del escenario con proyecto.</b>	<b>23</b>
VII.2.1. Factor Ambiental Vegetación.	34
VII.2.2. Factor Ambiental Geología.	35
VII.2.3. Factor Ambiental Suelo.	36
VII.2.4. Factor Ambiental Hidrología.	37
VII.2.5. Factor Ambiental Movilidad.	38
<b>VII.3. Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación.</b>	<b>40</b>
<b>VII.4. Pronostico Ambiental.</b>	<b>42</b>
<b>VII.5. Evaluación de alternativas.</b>	<b>43</b>
<b>VII.6. Conclusiones.</b>	<b>44</b>

### ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla VII. 1. Ponderación del aire.....	3
Tabla VII. 2. Ponderación del suelo. ....	5
Tabla VII. 3. Ponderación de la hidrología.....	7
Tabla VII. 4. Ponderación de la geomorfología.....	8
Tabla VII. 5. Ponderación de la vegetación.....	9
Tabla VII. 6. Ponderación de la fauna.....	11
Tabla VII. 7. Ponderación de la presencia antrópica.....	12
Tabla VII. 8. Tabla de ponderación de la calidad ambiental.....	14
Tabla VII. 9. Diagnóstico ambiental del Sistema Ambiental Regional.....	14
Tabla VII. 10. Calidad Ambiental de los atributos utilizados en la modelación KSIM.....	18
Tabla VII. 11. Comportamiento de la Calidad Ambiental del Sistema Ambiental Regional, a corto, mediano y largo plazo, sin la inclusión de ningún tipo de proyecto.....	20
Tabla VII. 12. Modificación de la Calidad Ambiental del Sistema Ambiental Regional, a corto, mediano y largo plazo, sin la integración de ningún tipo de Proyecto.....	20
Tabla VII. 13. Uso de Suelo y Vegetación del Sistema Ambiental Regional (INEGI, 2015).....	24
Tabla VII. 14. Unidades del paisaje presentes en el SAR.....	24
Tabla VII. 15. Análisis regional a escala 1:7,500.....	25
Tabla VII. 16. Afectación Total a las unidades de paisaje.....	27
Tabla VII. 17. Ponderación regional a escala 1:7,500 una vez ingresado el proyecto.....	28
Tabla VII. 18. Diferencia de coeficientes de impacto (pérdida de superficie equivalente).....	28
Tabla VII. 19. Comportamiento de la Calidad Ambiental del Sistema Ambiental con la integración del Proyecto Modernización del Camino, a corto, mediano y largo plazo.....	31
Tabla VII. 20. Modificación de la calidad ambiental del Sistema Ambiental Regional con la integración del Proyecto “Modernización del Camino”.....	34
Tabla VII. 21. Modificación de la Calidad Ambiental por Factor, en 30 años y porcentaje, impacto acumulativo y variación anual del Proyecto Modernización del Camino.....	34
Tabla VII. 22. Ponderación de Impactos del “Modernización del Camino”, de acuerdo con la metodología de Bojórquez Tapia (1998).....	40
Tabla VII. 23. Análisis de los Impactos directos y residuales de la Modernización del Camino.....	41

### ÍNDICE DE IMÁGENES.

Imagen VII. 1. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional (componente aire).....	4
Imagen VII. 2. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional (componente suelo).....	5
Imagen VII. 3. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional (componente hidrología).....	7
Imagen VII. 4. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional (componente geomorfología).....	9
Imagen VII. 5. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional (componente vegetación).....	10

Imagen VII. 6. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional (componente fauna).....	11
Imagen VII. 7. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional (componente presencia antrópica)..	13
Imagen VII. 8. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental del Trazo del Proyecto.....	16
Imagen VII. 9. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental del Trazo del Proyecto con transparencia al 40%. .....	16
Imagen VII. 10. Condición actual del Sistema Ambiental Regional sin unidades de paisaje y sin proyecto.....	26
Imagen VII. 11. Condición actual del Sistema Ambiental Regional con unidades de paisaje y sin proyecto con imagen en Google Maps.....	26
Imagen VII. 12. Condición actual del Sistema Ambiental Regional con unidades de paisaje y sin proyecto con imagen satelital .....	27
Imagen VII. 13. Modernización del camino. ....	29
Imagen VII. 14. Afectación a las unidades de paisaje del Sistema Ambiental Regional con proyecto con imagen Google Maps. ....	29
Imagen VII. 15. Afectación a las unidades de paisaje del Sistema Ambiental Regional con proyecto con imagen satelital. ....	30
Imagen VII. 16. Esquema PER – Indicadores de Calidad Ambiental. ....	43
Imagen VII. 17. Esquema de infiltración del agua .....	47

#### ÍNDICE DE GRAFICAS.

Gráfica VII. 1. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional.....	14
Gráfica VII. 2. Tendencia del Sistema Ambiental Regional sin la incorporación del Proyecto Modernización del Camino, al año 2049.....	22
Gráfica VII. 3. Brecha Ambiental del Sistema Ambiental Regional sin la incorporación del Proyecto Modernización del Camino, al año 2049.....	22
Gráfica VII. 4. Tendencia del Sistema Ambiental Regional con la incorporación del Proyecto “Modernización del Camino” .....	33
Gráfica VII. 5. Brecha Ambiental del Sistema Ambiental Regional con la incorporación del Proyecto “Modernización del Camino” .....	33
Gráfica VII. 6. Escenario a 30 años e Impacto Acumulativo de la Vegetación, con la integración del Proyecto Modernización del Camino.....	35
Gráfica VII. 7. Escenario a 30 años e Impacto Acumulativo de la Geología, con la integración del Proyecto Modernización del Camino.....	36
Gráfica VII. 8. Escenario a 30 años e Impacto Acumulativo del suelo, con la integración del Proyecto Modernización del Camino.....	37
Gráfica VII. 9. Escenario a 30 años e Impacto Acumulativo de la Hidrología, con la integración del Proyecto Modernización del Camino.....	38
Gráfica VII. 10. Escenario a 30 años e Impacto Acumulativo de la Movilidad, con la integración del Proyecto Modernización del Camino.....	39

#### ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS.

Fotografía VII. 1. Modernización del camino montada sobre fotografía aérea. ....	30
--	----

## VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.

### VII.1. Descripción y análisis del escenario sin proyecto.

A continuación, se describen los indicadores de los componentes abióticos y bióticos que se integraron para dar una evaluación del estado actual de la calidad ambiental de la zona del proyecto. Asimismo, se describe la escala ordinal de uno a nueve para cada indicador donde el uno (1) corresponde a una calidad extremadamente baja y el nueve (9) a una calidad ambiental muy alta.

#### MEDIO ABIÓTICO

A continuación, se presentan los criterios de evaluación considerados como referencia estimada para otorgar una calificación a cada unidad de paisaje.

#### AIRE.

- Emisiones de gases: este indicador se basa en la calidad del aire tomando como parámetro la NOM-041-SEMARNAT-2006 que establece los límites máximos permisibles de emisiones de gases contaminantes provenientes de los escapes de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible. Está focalizado a la zona de estudio.
- Emisión de polvos: Este indicador se basa en la emisión de partículas de polvo suspendidas por las actividades realizadas durante el proyecto, como el desmonte, despalme, acarreo de materiales, etc. Los rangos de evaluación se establecieron de acuerdo con el grado de emisión de partículas que puede levantar un vehículo o maquinaria al paso o por la carga, descarga, transporte de materiales, por lo que la evaluación se sitúa desde la nula visibilidad provocada por la alta concentración de partículas, hasta la presencia de aire puro, sin influencia de emisión de partículas por actividad antrópica o natural.

El criterio utilizado para evaluar el aire se presenta en la siguiente tabla, donde los valores mayores indican una mejor calidad ambiental y los valores menores señalan una menor calidad ambiental.

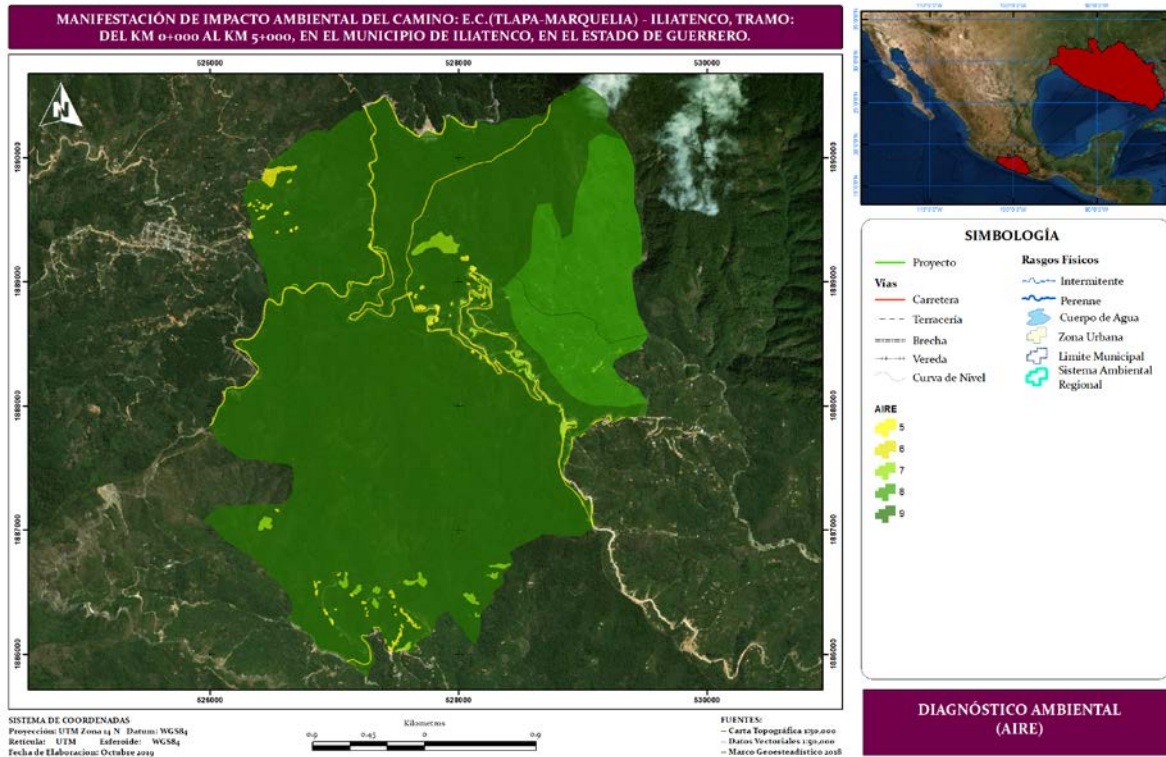
**Tabla VII. 1. Ponderación del aire.**

ESCALA DE EVALUACIÓN	VALOR	EMISIÓN DE GASES	EMISIÓN DE POLVOS
Degradado	1	Emisión de gases todo el tiempo con abundante tránsito de vehículos y actividades antrópicas constantes	Nula visibilidad
Muy mala	2	Emisión de gases por más de 12 horas continuas con abundante tránsito de vehículos y actividades antrópicas.	Poca visibilidad la mayor parte del tiempo
Mala	3	Emisión de gases por tránsito de vehículos en horarios pico, acompañado de actividades antrópicas	Poca visibilidad en horarios pico
Moderada	4	Emisión de gases en ocasiones eventuales ya sea por vehículos o actividades antrópicas.	Poca visibilidad en al menos 2 ocasiones durante el día
Regular/modificado	5	Emisión de gases en ocasiones eventuales ya sea por vehículos o actividades antrópicas.	Poca visibilidad en ocasiones eventuales (temporales)
Aceptable/modificado	6	Hay emisiones bajas de vehículos y antrópicas en varios puntos de la zona de estudio	Hay liberación de partículas en varios puntos
Buena	7	Aire aceptable, emisiones de vehículos y antrópicas incipientes y aisladas, en algunas zonas del proyecto	Aire aceptable, emisiones de partículas incipientes y aisladas, polvo en estiaje
Muy buena	8	Aire puro, muy poca influencia de emisiones derivadas del tránsito de vehículos y actividad antrópica	Aire puro, muy pocas emisiones de partículas derivadas de actividad antrópica o natural, aún en estiaje

Sin perturbación	9	Aire puro, sin influencia de emisiones por tránsito de vehículos o actividad antrópica	Aire puro, sin influencia de emisiones de partículas por actividad antrópica
------------------	---	--	--

Fuente: SECIRA, 2019.

**Imagen VII. 1. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional (componente aire).**



Fuente: SECIRA, 2019.

La imagen anterior señala que las zonas de mejor calidad ambiental del aire, con puntuación registrada en 9 (prácticamente **sin perturbación**), se trata de los fragmentos de hábitat prevalectante de la vegetación primaria de bosque de pino-encino y los cauces perennes e intermitentes, donde la presencia antropogénica es escasa, con muy poca influencia de emisiones derivadas del tránsito de vehículos y de la actividad antrópica, razón por la cual la calidad del aire es óptima, aunado a la presencia cercana del tipo de vegetación dominante que incrementa esta calidad. A continuación, se encuentran vegetación secundaria del bosque de pino-encino, con menor calidad ambiental en lo que respecta al elemento aire con puntuación igual a 8 (**muy buena**) lo cual obedece a que se trata de superficies reducidas que no alteran en gran manera la calidad del aire. La buena calidad del aire (7) se localiza en las áreas con escasa vegetación, los caminos tipo brecha, lo cual obedece a que en estas zonas se encuentran bajas emisiones de contaminantes a causa de la escasa presencia humana. Los caminos de tipo vereda, las carreteras de terracería presentan una ponderación de (6), es decir se trata de zonas **modificadas**, en la que se presentan emisiones bajas de vehículos y antrópicas en varios puntos de la zona de estudio. La menor calidad de aire se presenta en las construcciones y las carreteras pavimentadas (calidad regular/modificado = 5), lo cual obedece a la emisión de gases en ocasiones eventuales realizadas por los vehículos que circulan por esta vía de comunicación y por los gases de combustión que generan las casas de las zonas rurales.



**SUELO.**

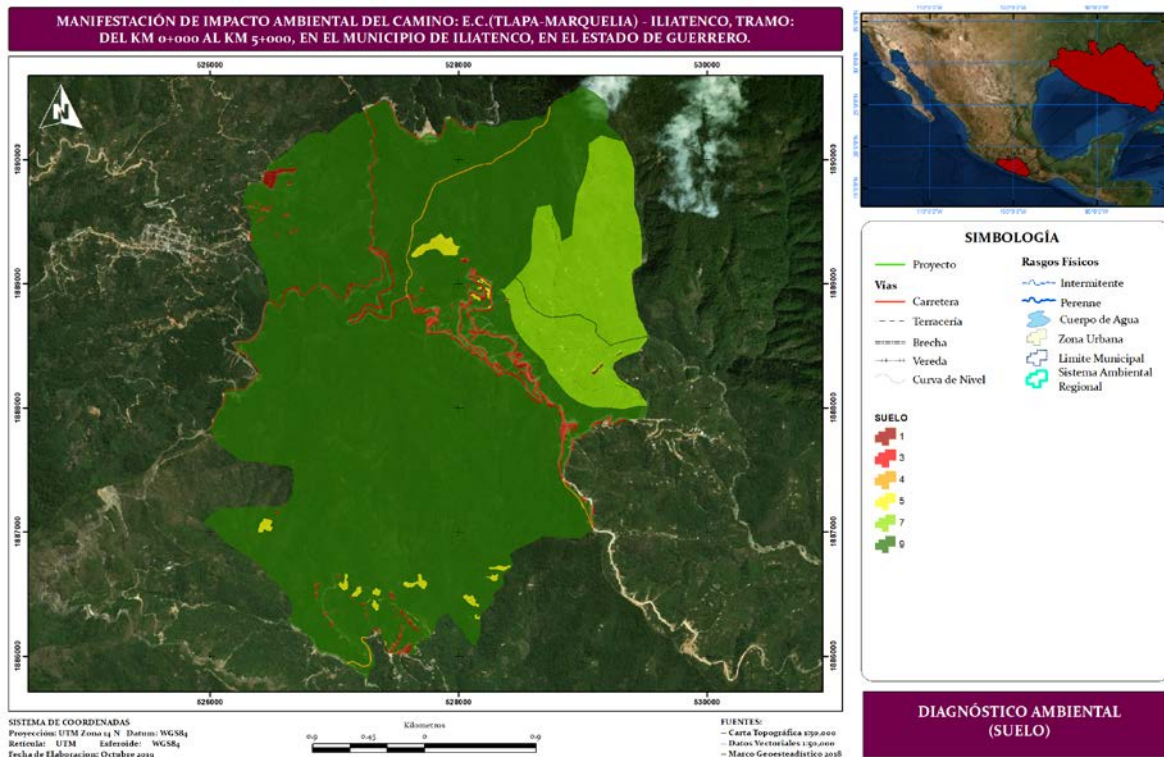
En todos los proyectos de construcción de una infraestructura, el elemento suelo, suele ser uno de los más impactados, ya que este recurso se ve afectado y transformado en su totalidad. De esta manera es importante mencionar a este elemento como un indicador. El criterio utilizado para evaluar el factor suelo se presenta en la siguiente tabla, donde los valores mayores indican una mejor calidad ambiental.

**Tabla VII. 2. Ponderación del suelo.**

ESCALA DE EVALUACIÓN	VALOR	EROSIÓN
<i>Degradado</i>	1	Erosión severa (ES): superficies extensas donde el material parental está totalmente expuesto y es evidente la presencia de cárcavas de 1 m o más de ancho. Estas áreas están totalmente desprovistas de vegetación
<i>Muy mala</i>	2	Erosión severa (ES): áreas donde el material parental está totalmente expuesto y es evidente la presencia de erosión en cárcavas de 1 m o más de ancho. Estas áreas están desprovistas de vegetación, excepto en relicto
<i>Mala</i>	3	Erosión severa (ES): áreas desnudas de vegetación donde el material parental está expuesto y es evidente la presencia de cárcavas de 1 m o menos. Estas áreas están desprovistas de vegetación, excepto en relictos donde se conserva vegetación natural
<i>Moderada</i>	4	Erosión media (EM): áreas con escasa cobertura vegetal, pastizales, matorrales o selva medianas muy abiertos. El suelo mineral es somero y está expuesto. En partes el material parental (rocas o tepetate) está parcialmente expuesto. No se observan cárcavas mayores a 1 m, aunque sí erosión en canalillos, laminar u eólica
<i>Regular/modificado</i>	5	Erosión media (EM): áreas con escasa cobertura vegetal, pastizales, matorrales o selva medianas muy abiertos. El suelo mineral es somero y está expuesto. En partes el material parental (rocas o tepetate) está parcialmente expuesto. No se observan cárcavas mayores a 50 cm, aunque sí erosión de tipo laminar, en canalillos u eólica
<i>Aceptable/modificado</i>	6	Erosión incipiente (EL): áreas con cobertura vegetal arbustiva, herbácea y a veces arbórea en donde se aprecia muy poca pérdida de suelo por el efecto del agua y el aire, en consecuencia, el suelo mineral no está expuesto. Aunque en ocasiones el suelo mineral está expuesto éste se mantiene en su sitio por el efecto de la vegetación
<i>Buena</i>	7	Erosión incipiente (EL): áreas con cobertura vegetal arbustiva, herbácea y a veces arbórea en donde se aprecia muy poca pérdida de suelo por el efecto del agua y el aire, en consecuencia, el suelo mineral no está expuesto. Aunque en ocasiones el suelo mineral está expuesto éste se mantiene en su sitio por el efecto de la vegetación
<i>Muy buena</i>	8	Áreas con erosión mínima (NE): Esta categoría incluye áreas agrícolas con pendientes menores de 5%, o bien, con vegetación forestal suficientemente densa como para evitar algún grado de erosión
<i>Sin perturbación</i>	9	Áreas sin erosión (NE): Esta categoría incluye áreas agrícolas con pendientes menores de 5%, o bien, con vegetación forestal suficientemente densa como para evitar algún grado de erosión

Fuente: SECIRA, 2019.

**Imagen VII. 2. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional (componente suelo).**



Fuente: SECIRA, 2019.

La menor calidad ambiental (**1=degradado**) en lo que respecta al elemento suelo se presenta en las áreas desprovistas de vegetación, las construcciones y las carreteras pavimentadas, en las que, el elemento suelo ha sido completamente cubierto por el pavimento o por las construcciones o en las zonas estación aparente con superficies extensas donde el material parental está totalmente expuesto y es evidente la presencia de cárcavas de 1 m o más de ancho y se presenta una erosión severa. Las carreteras de terracería presentan una ponderación de 3 (**mala**), con áreas desnudas de vegetación donde el material parental está expuesto y es evidente la presencia de cárcavas de 1 m o menos en ciertas zonas de los caminos producto de las corrientes de agua. Los caminos tipo vereda presentan una calidad designada como **moderada (4)** con áreas con el suelo mineral somero y expuesto. En partes el material parental (rocas o tepetate) está parcialmente expuesto. Las áreas con escasa vegetación y los caminos tipo brecha se pueden evaluar como de calidad regular/modificada (5), con erosión media. Enseguida la calidad ambiental buena (7) con erosión incipiente con áreas con cobertura vegetal arbustiva, en dónde se aprecia muy poca pérdida de suelo por el efecto del agua y el aire, en consecuencia, el suelo mineral no está expuesto. Aunque en ocasiones el suelo mineral está expuesto éste se mantiene en su sitio por el efecto de la vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino. Por último, la mayor calidad ambiental y la que predomina en el SAR, en áreas sin aparente **perturbación (9)** con áreas sin erosión, se trata de la vegetación forestal del bosque de pino-encino suficientemente densa como para evitar algún grado de erosión.

### HIDROLOGÍA

- Capacidad de infiltración: la evaluación se realizó mediante factores que afectan la capacidad de infiltración como: entrada en la superficie; transmisión a través del suelo; agotamiento de la capacidad de almacenaje del suelo; características del medio permeable; características del flujo, además de la presencia de vegetación.

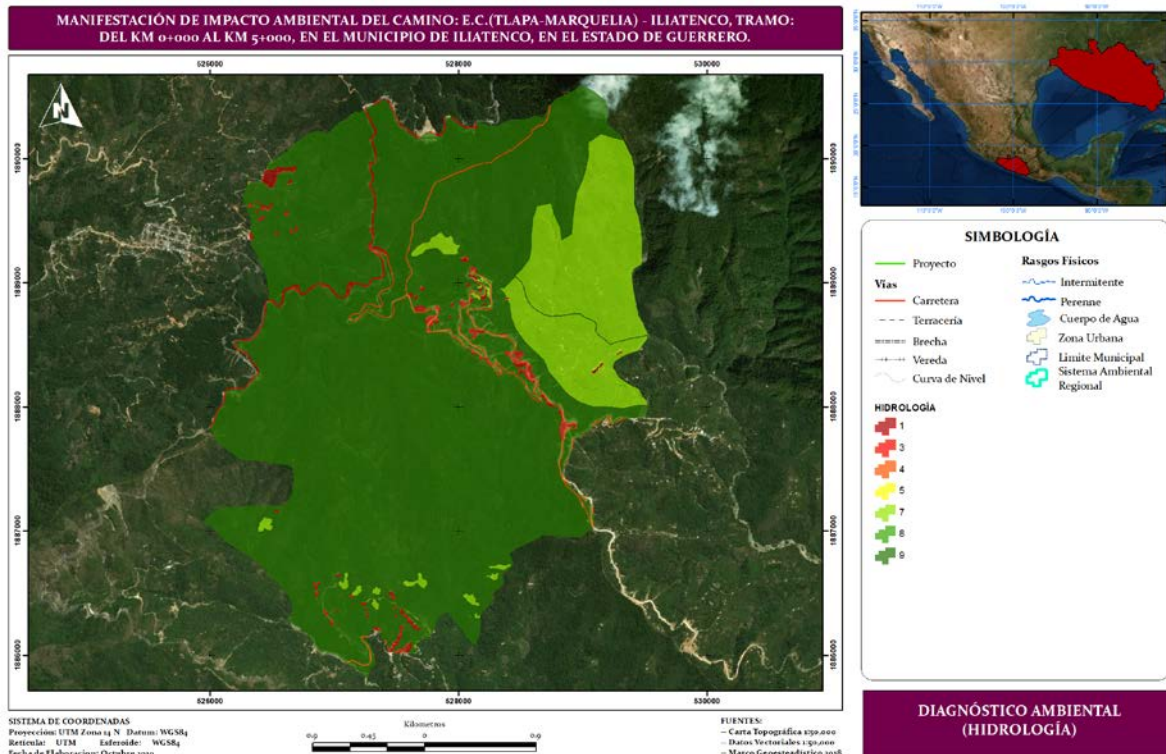
El criterio utilizado para evaluar la hidrología se presenta en la siguiente tabla, donde los valores mayores indican una mejor calidad ambiental.

**Tabla VII. 3. Ponderación de la hidrología.**

ESCALA DE EVALUACIÓN	VALOR	CAPACIDAD DE INFILTRACIÓN
<i>Degradado</i>	1	Capacidad de infiltración nula, por falta de suelo; presencia de escurrimientos por estratos endurecidos o roca superficial. Sin retención de agua
<i>Muy mala</i>	2	Capacidad de infiltración nula, presencia de escurrimientos por estratos endurecidos o roca superficial. Sin retención de agua
<i>Mala</i>	3	Capacidad de infiltración escasa en partículas de suelo acumulado; escurrimiento sobre estratos endurecidos o roca continua. Escasa retención de agua
<i>Moderada</i>	4	Infiltración insuficiente por el horizonte de suelo existente. Pérdida de la infiltración por escorrentía. Poca capacidad de retención
<i>Regular/modificado</i>	5	Infiltración limitada por el horizonte de suelo existente. Pérdida de la infiltración por evaporación. Poca capacidad de retención. Escaso aprovechamiento del agua retenida por la reducida cobertura vegetal
<i>Aceptable/modificado</i>	6	Infiltración limitada por el horizonte de suelo existente. Pérdida de la infiltración por evaporación o interceptación neta de la vegetación. Poca capacidad de retención. Aprovechamiento del agua retenida por la vegetación
<i>Buena</i>	7	Infiltración buena, algunos poros se encuentran saturados con agua, la capacidad de infiltración mejora; en función de la permeabilidad de estratos inferiores. La retención de agua es suficiente para la vegetación y otros procesos
<i>Muy buena</i>	8	Infiltración eficiente, gran parte de los poros del suelo se encuentran saturados de agua, la permeabilidad de los estratos inferiores se optimiza, por lo tanto, la infiltración alcanza mayor profundidad. La retención de agua es más eficiente y suficiente para abastecer al manto freático y a la vegetación durante más tiempo, aún en época de estiaje. Alta retención de agua por la vegetación
<i>Sin perturbación</i>	9	Alta capacidad de infiltración, velocidad máxima de penetración en el suelo; abundante para mantener el manto freático al máximo y ciclo biogeoquímico

Fuente: SECIRA, 2019.

**Imagen VII. 3. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional (componente hidrología).**



Como se puede apreciar en la imagen anterior gran parte de la zona del parteaguas presenta la mayor ponderación (**puntuación=9**) zonas en las que se localiza el bosque de coníferas y las corrientes intermitentes y perennes de agua, con la máxima capacidad de infiltración del SAR (velocidad máxima con que el agua penetra en el suelo). Agua en abundancia para mantener el manto freático al máximo y los ciclos biogeoquímicos. En tanto que, los parches de vegetación secundaria de bosque en la parte alta del extremo oriente del parteaguas presentan una ponderación igual a **7 (buena)** con infiltración buena, cuando algunos poros se encuentran saturados con agua, la capacidad de infiltración mejora; la infiltración se hará en función de la permeabilidad de los estratos inferiores. La retención de agua es buena suficiente para la vegetación y otros procesos. Las menores calidades las presentan los caminos de tipo brecha con 5, las veredas con 4, las carreteras de terracería con 3, mientras la menor calidad ambiental hidrológicamente hablando se tratan de las áreas desprovistas de vegetación, las construcciones y las carreteras pavimentadas con 1, es decir con capacidad de infiltración nula, por falta de suelo; presencia de escurrimientos por estratos endurecidos, compactados o la dominancia de una capa de roca superficial y sin retención de agua.

**GEOMORFOLOGÍA.**

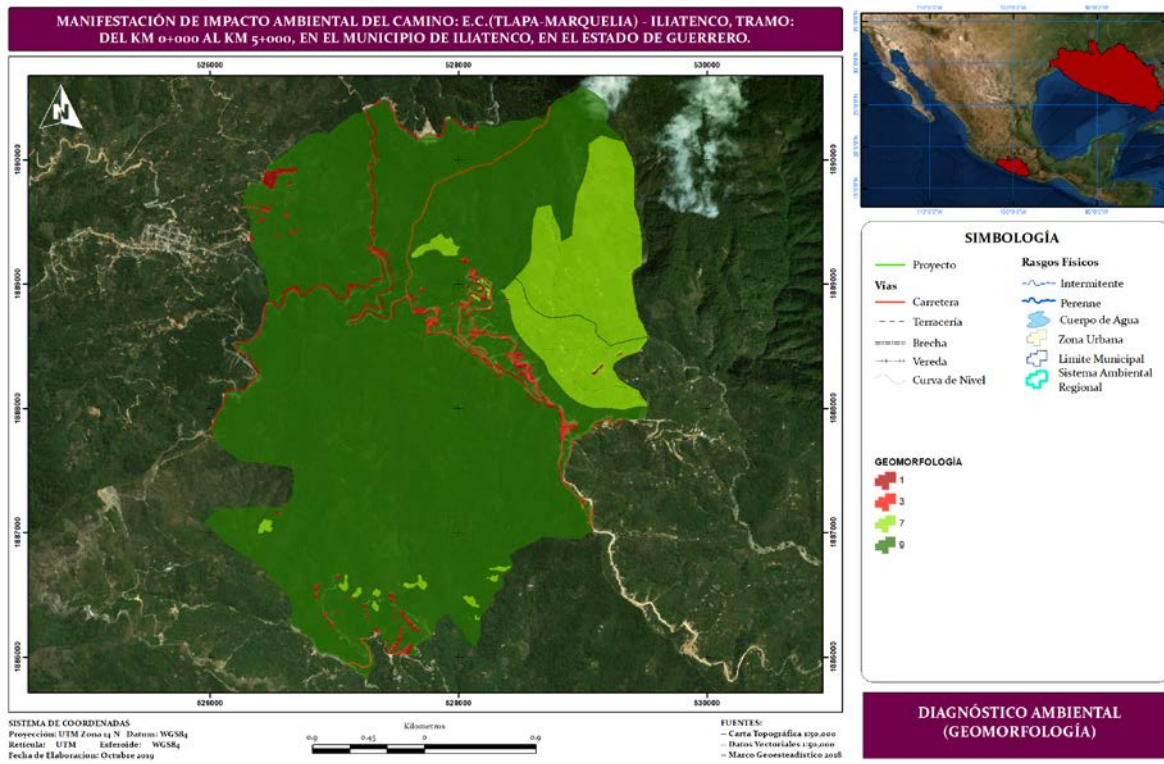
- *Intemperismo del material parental:* este indicador se evaluará de manera porcentual de acuerdo con la intemperización o exposición del material parental, tomando en cuenta el tipo, tamaño y grado de su estructura lábil. Con la explicación previa se designaron valores a determinadas áreas con las siguientes características:

**Tabla VII. 4. Ponderación de la geomorfología.**

<i>ESCALA DE EVALUACIÓN</i>	<b>VALOR</b>	<b>INTEMPERISMO DE LA ROCA</b>
<i>Degradado</i>	1	Roca expuesta: estructura angular a prismática, grande, fuerte. Textura y mineralogía primarias fácilmente reconocibles en muestra de mano.
<i>Muy mala</i>	2	Poco intemperizada: Estructura original reconocible, cambios de color incipientes en matriz y minerales.
<i>Mala</i>	3	Ligeramente intemperizado: incremento en la densidad de fracturamiento y alteración de minerales originales.
<i>Moderada</i>	4	Ligeramente intemperizado: incremento en la densidad de fracturamiento y alteración de minerales originales, pérdida de cohesión en la roca.
<i>Regular/modificado</i>	5	Moderadamente intemperizado: roca parcialmente transformada en suelo, roca > suelo.
<i>Aceptable/modificado</i>	6	Fuertemente intemperizado: roca parcialmente transformada en suelo, suelo > roca.
<i>Buena</i>	7	Completamente intemperizado: suelo incipiente, algunos remanentes de estructuras primarias.
<i>Muy buena</i>	8	Formación de suelo: algo de contenido orgánico y pérdida total de textura y mineralogía primaria del material parental.
<i>Sin perturbación</i>	9	Formación de suelo: algo de contenido orgánico y pérdida total de textura y mineralogía primaria del material parental.

Fuente: SECIRA, 2019.

**Imagen VII. 4.** Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional (componente geomorfología).



Fuente: SECIRA, 2019.

Como se describió oportunamente en apartados anteriores, el Municipio cuenta con una topografía bastante accidentada sobre las estribaciones de la Sierra Madre del Sur, estando su suelo recorrido por roca ígnea extrusiva ácida del Terciario; presenta paisajes excepcionales, considerado expresiones del tectonismo regional. El SAR pertenece a la Provincia Fisiográfica Sierra Madre del Sur y a la topoforma designada como lomeríos fuertes y medios. Dadas las condiciones tan homogéneas y uniformes, la mayor parte del SAR presenta una ponderación igual a **9 (sin perturbación)**, y de buena calidad (7). Mientras las de menor calidad geomorfológica se tratan de zonas rurales y vías de comunicación, esto obedece a que se trata de zonas modificadas en lo que respecta a la geofomas. Todo esto se puede observar en el mapa anterior.

## MEDIO BIÓTICO

### VEGETACIÓN.

El efecto principal que conlleva la eliminación de la cobertura vegetal en los sitios es la fragmentación del hábitat, lo que provoca efectos de borde y altera la estructura y las funciones originales del ecosistema. De manera indirecta la poca cobertura vegetal elimina las fuentes de alimentación y refugio de la fauna que habita en el ecosistema.

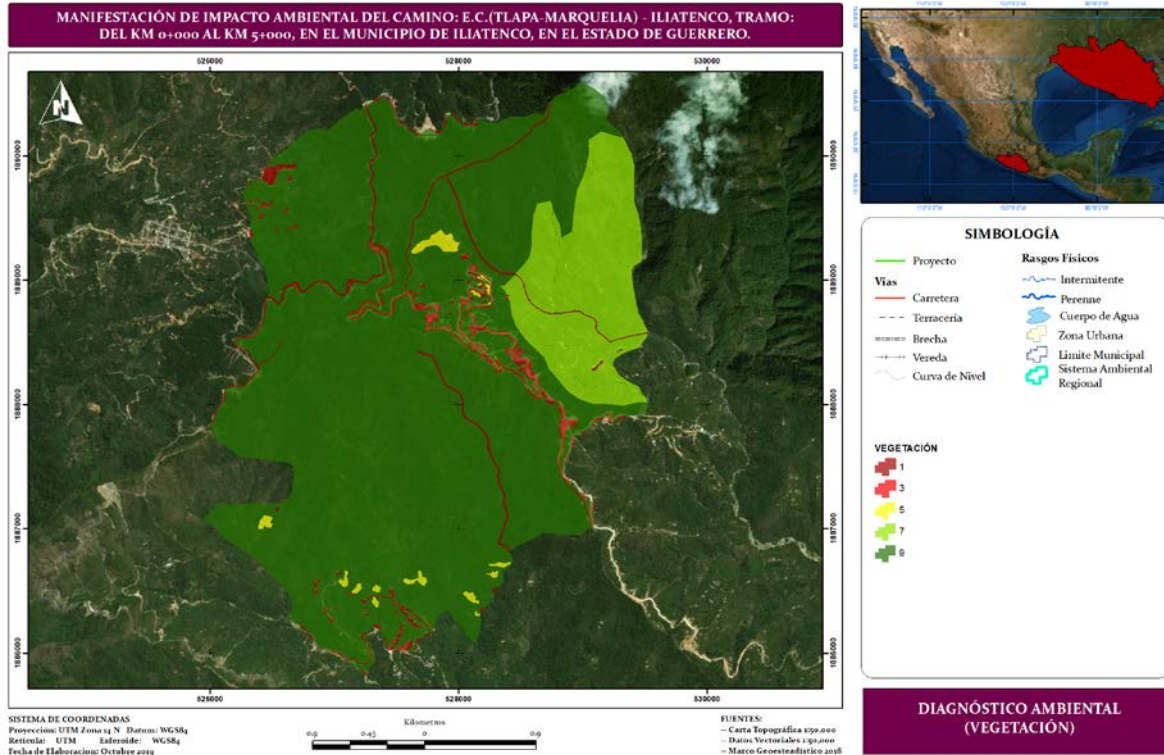
**Tabla VII. 5.** Ponderación de la vegetación.

ESCALA DE EVALUACIÓN	ESCALA	% DE COBERTURA VEGETAL EN EL POLÍGONO
Degradado	1	0 al 30 % de cobertura vegetal presente en el polígono.
Bajo estado conservación	3	30 al 50 % de cobertura vegetal presente en el polígono o son localidades, caminos o carreteras.
Regular/modificado	5	50 al 70 % de cobertura vegetal presente en el polígono o se trata de zonas de agricultura o pastizales inducidos por actividad antrópica.
Buena	7	70 al 95 % de cobertura vegetal presente en el polígono. Vegetación herbácea y arbustiva sin perturbación.

<b>Sin perturbación</b>	9	95 al 100% de cobertura vegetal presente en el polígono. Mayor cobertura vegetal, sin perturbación.
-------------------------	---	---

Fuente: SECIRA, 2019.

**Imagen VII. 5.** Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional (componente vegetación).



Fuente: SECIRA, 2019.

De acuerdo con el apartado de vegetación, se tiene que, dentro de la zona se presenta un mosaico de remanentes de bosque de pino-encino en diferentes estados de sucesión, en su mayoría con vegetación primaria, y únicamente con vegetación secundaria localizada en la parte oriente que han sido transformados en un mosaico de vías de comunicación y zonas rurales que han provocado consigo la pérdida y fragmentación del hábitat natural. De acuerdo con esto, la vegetación con mejor ponderación la presenta la vegetación primaria de bosque (**sin perturbación**) con **9**, lo cual obedece la cubierta forestal y el estado de conservación que se preserva en esta zona. Enseguida se ubican los estratos bajos con vegetación con puntuación equivalente a **7 (buena)** con mayor cobertura vegetal, esto es debido a que la vegetación ha sido eliminada o alterada por diversos factores antropogénicos y/o naturales, lo que ha traído consigo que esta comunidad de selva mediana sea significativamente diferente a la original y con estructura y composición florística heterogénea. Mientras las áreas afectadas presentan una ponderación igual a 5, en las áreas con escasa vegetación de bosque, las carreteras de terracería con **3 (muy mala)** por la escasa vegetación que se localiza por el arrastre de materiales e incluso de residuos por corrientes de agua en tiempos de lluvias y la menor ponderación la presentan las zonas desprovistas de vegetación y las zonas rurales y las carreteras pavimentadas con **1 (degradado)**. Todo verificable en la imagen anterior.

**FAUNA.**

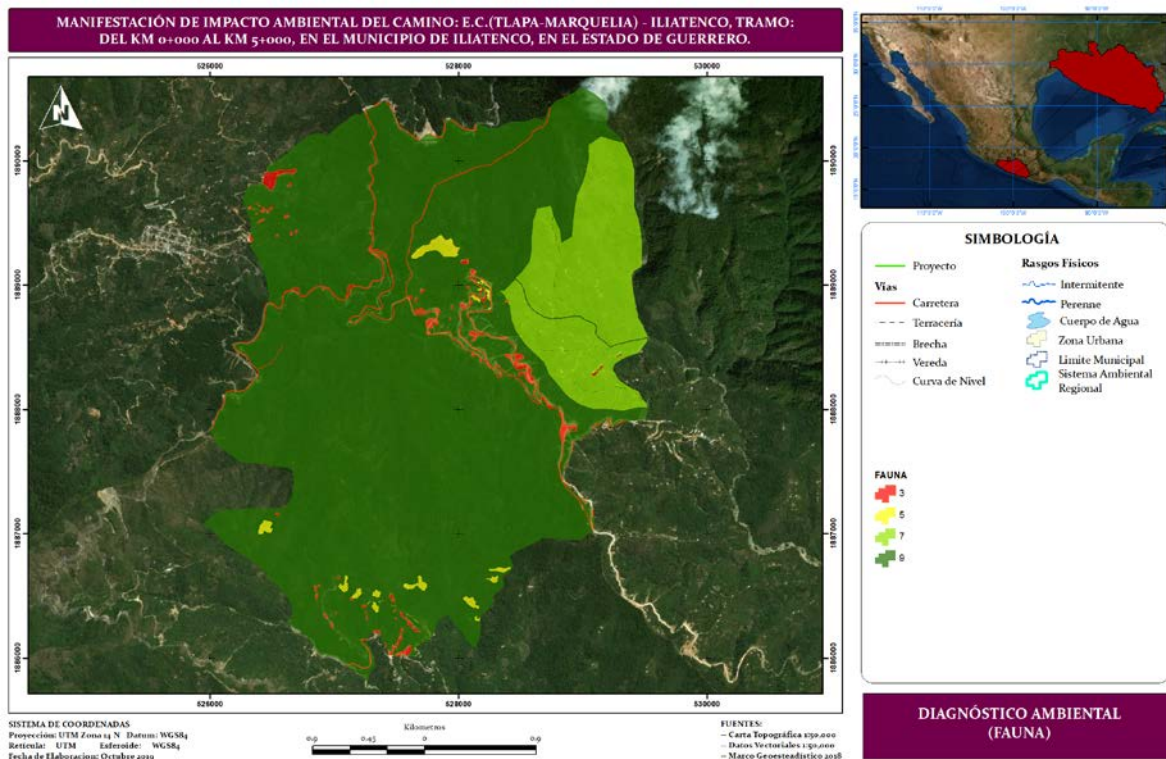
Para determinar la calidad ambiental de los sitios que serán afectados por el trazo del proyecto, se tomarán en cuenta el índice de diversidad de especies (Shannon-Wiener), el cual engloba riqueza y abundancia de las especies. Sin embargo, ya que los recursos no se encuentran distribuidos de manera homogénea en los hábitats, sino que existen diferencias tanto en la composición, estructura y calidad del hábitat, en la distribución espacial y temporal de los recursos como el agua, alimento, áreas de reproducción o refugio. Estas diferencias micro ambientales tienen su efecto en una desigual distribución de la fauna, la cual estará presente o será más abundante en los sitios más propicios, mientras que los animales evitarán aquellos que no cumplen con un mínimo de condiciones y recursos, por ejemplo, para construir madrigueras o nidos, que posean alimento cercano o le brinden protección contra sus depredadores.

**Tabla VII. 6.** Ponderación de la fauna.

ESCALAS DE EVALUACIÓN	VALOR	ÍNDICE DE SHANNON
<b>Mala</b>	3	Valores entre 1 y 1.99 indican que son sitios con una diversidad biológica baja
<b>Moderada</b>	5	Valores entre 2 y 2.99 indican que son sitios con una diversidad biológica media
<b>Buena</b>	7	Valores entre 3 y 3.4 indican que son sitios con una diversidad biológica alta
<b>Muy buena</b>	9	Valores > 3.5 indican que se trata de sitios con una diversidad biológica muy alta

Fuente: SECIRA, 2019.

**Imagen VII. 6.** Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional (componente fauna).



Fuente: SECIRA, 2019.

Para el caso del factor fauna se tiene que la mayor representación la tienen las zonas catalogadas como **muy buenas (puntuación=9)**. Específicamente las áreas de buena calidad corresponden con los fragmentos prevaletentes de bosque de pino-encino, lo cual obedece a que, estas zonas son más propicias de tener recursos como el agua, alimento, áreas de reproducción o refugio, amén de que dentro de este hábitat central se pueden encontrar más especies clave. En tanto que las

pequeñas superficies de vegetación en estado secundaria y los manchones dispersos de vegetación, en la que los recursos disponibles son más limitados, presentan la calificación de **buena (puntuación=7)**, ya que en estas zonas se presentan especies de borde, de menor importancia que las especies clave, amén de los recursos más limitados por la reducida vegetación. En tanto que, las áreas con escasa vegetación, las zonas rurales y todas las vías de comunicación presentan la menor ponderación de **3 (mala)**, en la que la fauna difícilmente puede habitar, amén de que en las vías de comunicación (brechas, veredas, carreteras pavimentadas y de terracería) se puede presentar muerte de animales a causa de la mortalidad vial (en parte debido a la atracción de animales por los caminos por el “efecto trampa”), niveles más altos de perturbación y estrés, junto con la pérdida de refugios, con reducción o pérdida de hábitat, por mencionar algunas consecuencias de la existencia de este tipo de vías de comunicación y sus efectos directos sobre la fauna del lugar.

**PRESENCIA ANTRÓPICA.**

Los elementos relacionados con el medio socioeconómico considerados para la evaluación de la calidad ambiental son las vías de comunicación y asentamientos humanos; las vías de comunicación han sido consideradas por los efectos directos e indirectos que producen, como la eliminación de franjas de vegetación, además que algunos tipos de vías proporcionan acceso a la colonización sobre terrenos no aptos para el desarrollo de asentamientos humanos.

Los asentamientos humanos se consideraron dentro de la calidad ambiental también en dos tipos, Localidades rurales y Localidades urbanas; las localidades urbanas son aquellas que concentran más de 2,500 habitantes; cabe señalar que su extensión territorial y la concentración de población tiene que ver de manera directa con el grado de modificación que ha sufrido el medio natural inmediato a dichas zonas.

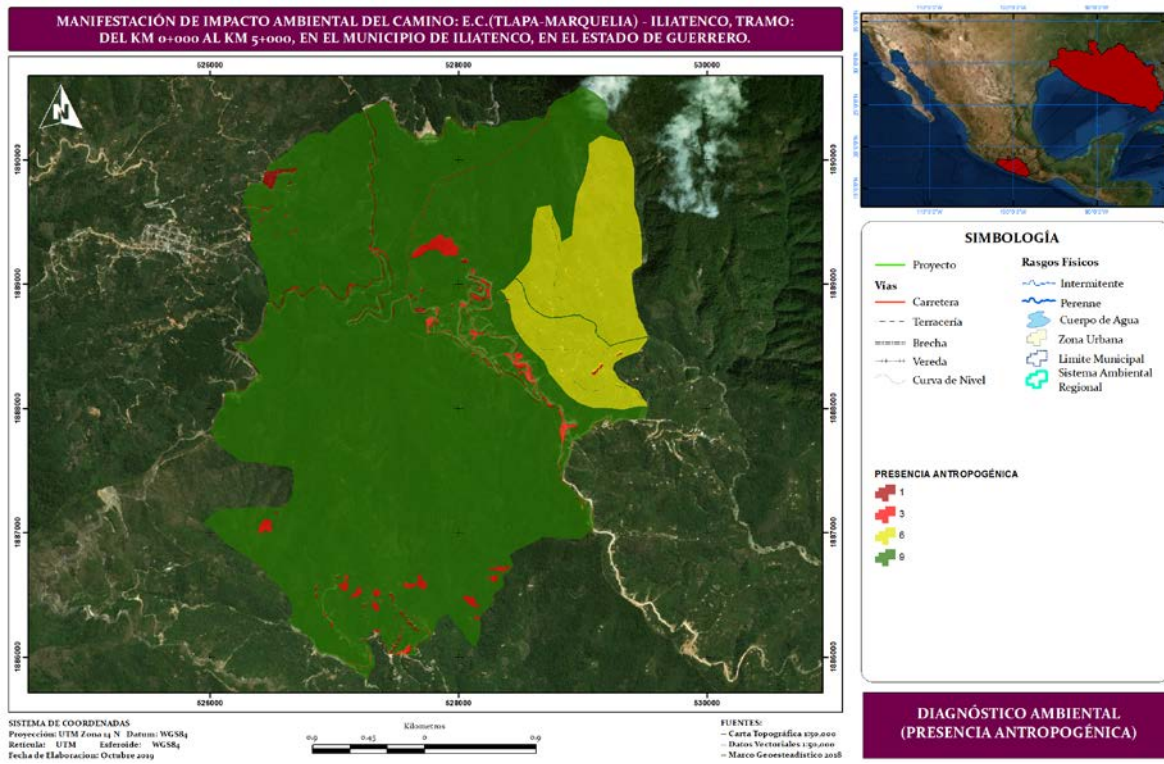
**Tabla VII. 7. Ponderación de la presencia antrópica.**

RANGOS		VIALIDADES	ASENTAMIENTOS HUMANOS
Escala de evaluación	VALOR	POR TIPO DE VIALIDAD	PRESENCIA DE LOCALIDADES URBANAS Y/O RURALES
9	Sin perturbación	Sin vías de comunicación	Sin asentamientos humanos
6	Buena	Únicamente hay terracería, brechas y veredas o cuando predominan carreteras.	Con presencia de asentamientos humanos de tipo rural (es decir con menos de 2,500 habitantes)
3	Moderada	Cuando predominan vías de segundo orden, brechas y veredas.	Con presencia de asentamientos humanos de tipo urbano (es decir con más de 2,500 habitantes)
1	Aceptable/modificado	Cuando predominan vías tercer orden, pavimentadas y terracerías dentro del polígono.	Con presencia de asentamientos humanos de tipo urbano y rural.

Fuente: SECIRA, 2019.



**Imagen VII. 7. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional (componente presencia antrópica).**



Fuente: SECIRA, 2019.

En la anterior imagen se puede descubrir que la mayor superficie del Sistema Ambiental tiene una excelente calidad ambiental asociado a la escasa presencia antropogénica, con únicamente caminos tipo brecha y vereda, carreteras de terracería y pavimentadas y con presencia antrópica dispersa, estas zonas coinciden con las zonas de construcciones semirurales. Mientras que las zonas prácticamente sin presencia antropogénica y sin la existencia de caminos se tratan de toda la vegetación de bosque. Para el análisis del diagnóstico ambiental se utilizó el **álgebra de mapas**. El álgebra de mapas contiene el conjunto de procedimientos que permiten analizar capas ráster y extraer información a partir de ellas, para el presente estudio se requirió a la ayuda del programa ArcGIS 10.3.1, para manejar esta información. La información contenida en las capas es susceptible de ser analizada para la obtención de otras capas referentes al mismo espacio geográfico, pero que contengan distinta información derivada de aquella. El álgebra de mapas es el conjunto de procedimientos y métodos que permiten llevar a cabo dicho análisis y extraer nuevos valores a partir de los contenidos en una o varias capas.

Se entiende por **álgebra de mapas** el conjunto de técnicas y procedimientos que, operando sobre una o varias capas en formato ráster, permite obtener información derivada, generalmente en forma de nuevas capas de datos. Aunque nada impide que este proceso se lleve a cabo sobre capas vectoriales, se entiende que el álgebra de mapas hace referencia al análisis desarrollado sobre capas ráster, pues estas, por su estructura regular y sus características inherentes, son mucho más adecuadas para plantear los algoritmos y formulaciones correspondientes. Los procedimientos que se aplican sobre información geográfica en formato vectorial son por regla general clasificados dentro de otros bloques de conocimiento, como es por ejemplo el caso de las operaciones geométricas sobre datos vectoriales. Mediante este método, primero se evaluó cada factor

individualmente, una vez realizado esto, se procedió a generar información de tipo ráster para conseguir realizar las sumatorias pertinentes y conseguir un ráster único, para finalmente crear un shape con la información requerida. Al final se obtuvieron los siguientes resultados: rangos que oscilan entre los 7 y los 63 puntos, en los que, se clasificó de acuerdo con los menores valores posibles a obtener y los mayores, es decir el valor menor posible de obtener de acuerdo con las ponderaciones de cada atributo son 7, la menor puntuación y 63 la mayor puntuación. Ahora bien, rangos que oscilan entre 7 y 17 señalan una muy mala calidad ambiental, valores entre los 18 y los 29 son considerados de mala calidad ambiental, en tanto que valores que oscilan entre los 30 y los 41 indican una calidad ambiental regular, valores que van de los 42 a los 53 puntos señalan una buena calidad ambiental, mientras que los valores que van de 54 a 63 indican una excelente calidad ambiental. Los posibles valores por obtener se presentan en la siguiente tabla:

**Tabla VII. 8.** Tabla de ponderación de la calidad ambiental.

RANGO	CALIDAD	SIMBOLOGÍA
7-17	Muy mala	
18-29	Mala	
30-41	Regular	
42-53	Buena	
54-63	Excelente	

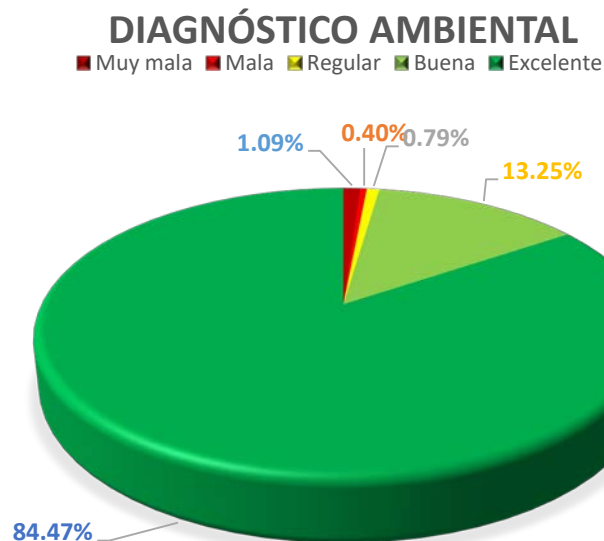
Fuente: SECIRA, 2019.

**Tabla VII. 9.** Diagnóstico ambiental del Sistema Ambiental Regional.

RANGO	DIAGNÓSTICO AMBIENTAL	ÁREA (HAS)	PORCENTAJE (%)
07-17	Muy mala	12.51	1.09%
18-29	Mala	4.65	0.40%
30-41	Regular	9.14	0.79%
42-53	Buena	152.46	13.25%
54-63	Excelente	972.29	84.47%
<b>TOTAL</b>		<b>1151.04</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: SECIRA, 2019.

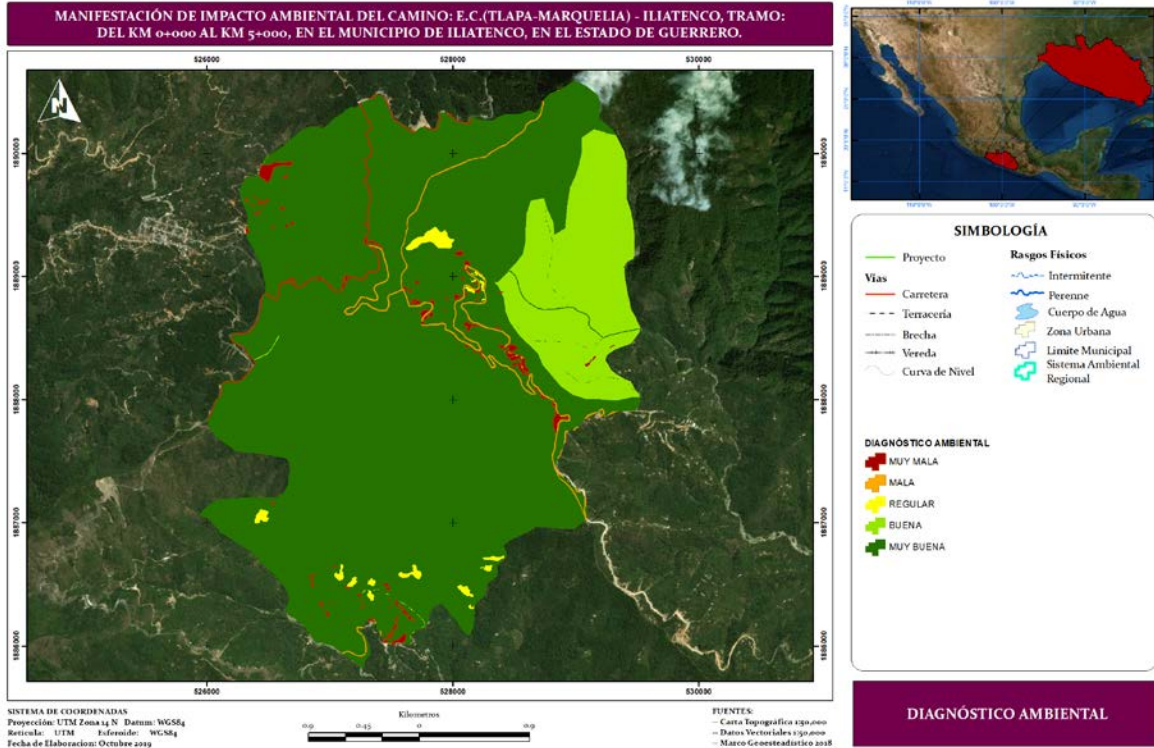
**Gráfica VII. 1.** Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional.



Fuente: SECIRA, 2019.

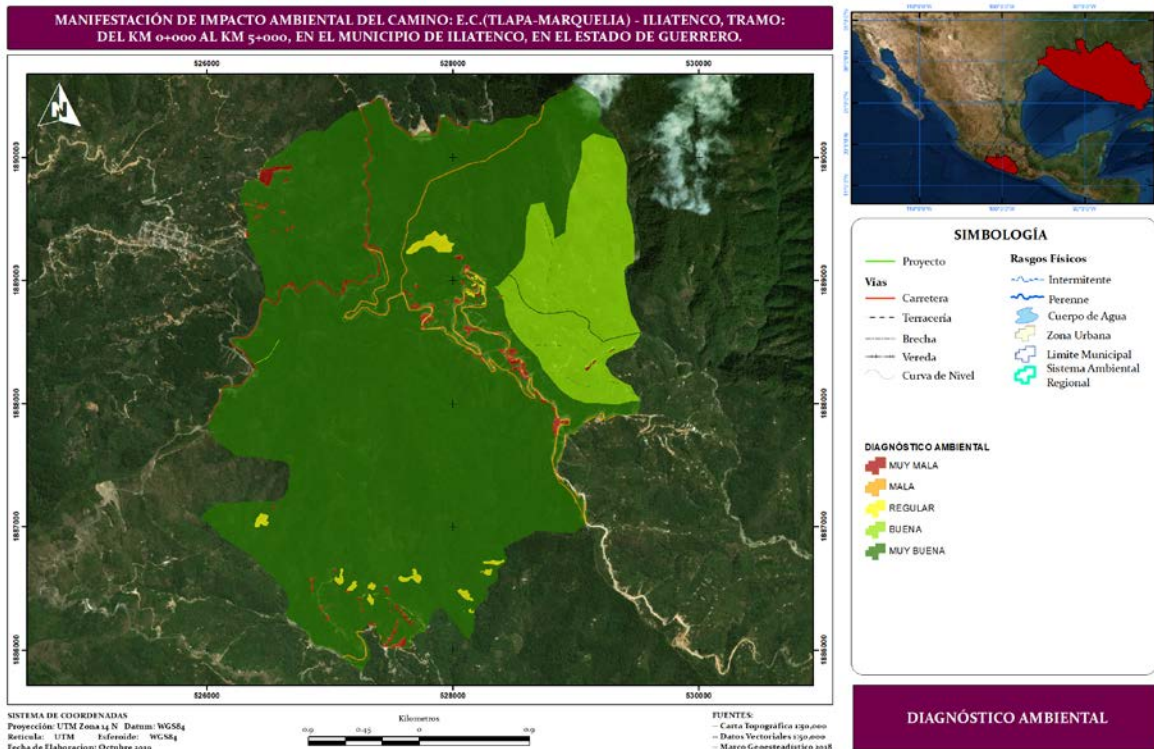
La tabla y la imagen anterior señalan que dentro del Sistema Ambiental Regional predominan condiciones de calidad ambiental designada como **excelente**, esto es, con el **84.57%**, que es equivalente a 972.29 hectáreas, dichas zonas son congruentes con la vegetación del bosque de pino-encino y los cauces perennes como el Río Alchipahuac, El Rincón y el Arroyo Grande, aunado a las corrientes intermitentes de la zona. en orden de importancia le sigue la calidad ambiental designada como **buena** con el **13.25%** lo que es equivalente a 152.46 hectáreas, toda esta zona se encuentra en el lado oriente y coincide con la vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino, a continuación se presenta la calidad ambiental designada como **muy mala** con el **1.09%** que corresponden con 12.52 hectáreas, las cuales son coincidentes con las áreas desprovistas de vegetación, incluidas las construcciones de las zonas rurales de los municipios y las carreteras pavimentadas. A continuación, se ubican las áreas con escasa vegetación y los caminos de tipo brecha que cubren un 0.79% del SAR. Finalmente, la calidad ambiental designada como mala abarca un 0.40%, que son equivalentes con 4.64 hectáreas que coinciden con los caminos tipo vereda y las carreteras de terracería. Sobre esta calidad ambiental se asienta el trazo del proyecto pretendido, amén de la calidad excelente. En conclusión, se puede apreciar claramente que el SAR es coincidente con el estado que guarda la entidad de Guerrero, que es la cuarta entidad con mayor diversidad biológica en México, pero que ha perdido alrededor del 32% de su hábitat natural y, menos del 30% de los hábitats naturales actuales se pueden definir como vegetación primaria, como en el caso de la presente zona de estudio que se trata de vegetación primaria de bosque de pino-encino. Sin embargo, en el SAR se puede apreciar cierta tendencia al cambio de uso de suelo, como es el caso de lo que sucede en Guerrero en el que se pierde entre el 0.5 y 0.7% de la cobertura de bosques y 2.4 y 2.7% de selvas tropicales, además de encontrarse entre los estados con mayor fragmentación de bosques y selvas en México (22-24%), con una tasa anual entre 23.7 y 36.3% de sobrepastoreo. La situación de marginación social y pobreza del municipio de Olinalá se ha traducido en fuertes presiones socioeconómicas para cambiar el uso de suelo de áreas con vegetación natural remanente a sistemas agropecuarios. Es decir, la situación general del Sistema Ambiental Regional se puede evaluar como excelente con tendencia hacia la degradación en su mayoría en la zona central, la cual es fuertemente congruente con la mala situación del Estado de Guerrero y de los municipios involucrados con cambio de uso de suelo, pérdida de hábitats naturales, fragmentación de bosques y selvas, además del sobrepastoreo.

**Imagen VII. 8.** Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental del Trazo del Proyecto.



Fuente: SECIRA, 2019.

**Imagen VII. 9.** Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental del Trazo del Proyecto con transparencia al 40%.



Fuente: SECIRA, 2019.

El SAR del proyecto **Modernización del camino: E.C. (Tlapa-Marquelia) - Iliatenco, tramo: del km 0+000 al km 5+000, en los Municipios de Malinaltepec e Iliatenco, en el Estado de Guerrero**, tiene atributos que han sido modificados, debido a las actividades previas como el camino de terracería existente, aprovechamiento ganadero y de agricultura, así como el crecimiento urbano de diferentes localidades de tamaño bajo, ubicadas a lo largo del proyecto y su cercanía, que incrementa una demanda de servicios y actividades diversas como agricultura, comercio, movimiento de materias primas y productos y la generación de residuos sólidos y la demanda de empleo en la región. En función de establecer los elementos ambientales críticos y los procesos relevantes del SAR, dentro de su ponderación se habrán de considerar aquellos donde la interacción e influencia tenga efectos notorios y evaluables derivados por las actividades del proyecto sobre sus atributos ambientales prioritarios como son:

- Comunidades vegetales.
- Material geológico
- Suelo
- Movilidad y Accidentes asociados

En ese sentido los efectos del proyecto sobre los factores climáticos, son muy reducidos y se encuentran confinados a áreas muy específicas, ya que la calidad ambiental de muchos atributos de la región, están definidas por la influencia de los factores regionales, que propician la prevalencia de la buena calidad del aire y estabilidad de los fenómenos microclimáticos. El componente Geología es un elemento relevante para la incorporación del proyecto, dado que existen áreas del proyecto que serán modificados, que son aquellos sitios donde será necesario integrar las actividades relacionadas con la nivelación y colocación de la carpeta asfáltica.

Es recomendable que los materiales derivados de los rellenos sean utilizados para la conformación de los caminos, estructuras y elementos necesarios. La litología del Sistema Ambiental está constituida por granitos terciarios del Cenozoico de la Sierra Madre del Sur, el granito es una roca ígnea ácida de grano grueso, compuesto principalmente por cuarzo, feldespatos y algo de mica con algunos otros componentes secundarios. En el caso del suelo, con el predominio de la Unidad Regosol Eútricos sobre lomeríos fuertes y medios, que se han reducido en materiales geológicos con moderada erosión para conformar valles y planicies estrechas que han permitido el desarrollo de agricultura de temporal. De esta forma, los suelos de las unidades Regosol Eútricos, que predominan en el SAR no serán afectados y tienen altas posibilidades de ser recuperados después de las actividades programadas, los cuales se ubican en los sitios que serán cubiertos y cercanos a zonas deterioradas. El uso actual del suelo, está determinado por la presencia de áreas con agricultura y forestal donde las condiciones topográficas, disponibilidad de agua y el tipo de suelo lo permiten. Con relación al componente hidrológico, dada la cantidad del agua pluvial que es conducida en las escorrentías e infiltrada localmente, que tienen su origen en los escurrimientos temporales de la parte alta de la cuenca, son de uso doméstico y pecuario, por consiguiente, se tienen consideradas afectaciones al interactuar con elementos contaminantes de manera ocasional durante la modernización del camino, y posteriormente regresará a su condición de flujo hidrológico normal. Los componentes bióticos, vegetación y fauna, han sido modificados a lo largo del SAR del proyecto, sustituyendo totalmente en tramos de la vegetación original y en las zonas agrícolas de temporal, eliminando todos los elementos vegetales, y con la presencia de agricultura, destinado a la ganadería extensiva. Como un resultado directo, la fauna terrestre original, ha sido modificada y erradicada, dejando paso a aquella fauna habituada a la presencia humana, principalmente la mastofauna, avifauna y herpetofauna, con una forma amplia de desplazamiento y ocasionalmente, a la fauna nociva, adaptada a las condiciones de deterioro.

La fauna silvestre se desarrolla sobre las laderas altas y conservadas del SAR, que ocupan una amplia extensión y que son poco perturbadas por la presencia humana. En conclusión, los componentes bióticos originales han sido afectados y la fauna resistente domina las condiciones del ambiente donde se desarrollará el proyecto. Mientras en las porciones más altas, el parteaguas de la cuenca, donde no tendrán interacciones con el proyecto, se tienen comunidades vegetales y poblaciones faunísticas con un buen grado de conservación y que se encuentran en sitios de baja accesibilidad en las laderas altas del parteaguas. Finalmente, los componentes socioeconómicos son parte de la dinámica de la región, con la fuerte influencia de los Municipios y sus poblaciones mencionadas, matizadas por una economía regional, con un conglomerado semiurbano en lento crecimiento y conflictos regionales, como el desempleo y subempleo. El diagnóstico ambiental regional del trazo del proyecto, muestra una modificación importante de los componentes del SAR, como son la vegetación, geología, suelos, calidad del agua, y la accidentabilidad en esta zona, lo cual conduce a considerar que el sistema en la actualidad presenta una condición de Degradación Progresiva en sitios de moderada fragilidad, definida como aquellos sistemas perturbados, frágiles y sujetos a presiones naturales y productivas, que favorecen el desarrollo de paisajes que tienden hacia un empobrecimiento e inestabilidad. Las actividades humanas presentes aceleran la perturbación física, química y biológica, con la creciente pérdida de la calidad edáfica y desaparición de comunidades vegetales, incremento de su inestabilidad y una mayor degradación.

El paisaje presenta una degradación regresiva por causas antrópicas, al ser áreas rurales y agrícolas, fuertemente presionadas y perturbadas. De acuerdo a los criterios de los Niveles de degradación ecológica de los paisajes, según Mateo y Ortiz (2001), la zona de proyecto, se encuentra en un alto nivel de degradación en las zonas agrícolas de temporal, que corresponde a una condición ambiental donde se ha alcanzado la pérdida considerable del potencial natural, con una moderada alteración del funcionamiento, autorregulación y regeneración, que lo ha llevado al decaimiento de la productividad natural, funcionamiento, autorregulación y moderada regeneración del sistema, con expresión de la combinación de procesos geoecológicos destructivos de intensidad moderada. En las partes altas de las laderas de la cuenca y en el parteaguas, se presentan paisajes sustentados en condiciones paraclímax, estadios conservados de cualquier ecosistema, en la comunidad Bosque de Pino-Encino, con sus especies dominantes. Mediante el análisis retrospectivo de la historicidad de la degradación del SAR del proyecto, partiendo de sus condiciones actuales y aplicando la metodología del KSIM, se le asigna un valor de calidad ambiental a los factores relevantes y se procede a realizar la modelación KSIM, para obtener la tendencia del SAR, como se muestra en cuadros y gráficas siguientes. El cuadro siguiente muestra los atributos ambientales considerados y los valores iniciales de la calidad ambiental del sistema para el año 2019, contemplando una situación y evolución prospectiva, anotando las tendencias regionales de los atributos del SAR:

**Tabla VII. 10.** Calidad Ambiental de los atributos utilizados en la modelación KSIM.

VARIABLE	CALIDAD AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN
<b>Vegetación.</b>	0.6	Las comunidades originales de vegetación presentes en el SAR han sido modificadas drásticamente por actividades antrópicas, debido al desarrollo de la agricultura, la presencia del camino de terracería, la ganadería y las zonas habitacionales dispersas. Incluso se pueden encontrar áreas desprovistas de vegetación para destinarlas al pastoreo, principalmente de ganado bovino. En las partes de mayor altitud que corresponden a las geoformas de mayor pendiente se localiza vegetación natural de Bosque de Pino-Encino el cual se puede apreciar una deforestación de este, mientras que, en la planicies y valles, donde se concentran la agricultura, solo se observan individuos arbóreos aislados, además de vegetación ruderal invasora y otras especies vegetales que indican cierto grado de perturbación.
<b>Geología</b>	0.5	Los materiales geológicos corresponden a rocas calizas sedimentarias, los cuales han estado sujetos a aprovechamiento de bancos de materiales. Dentro del área del proyecto se afectarán las rocas al ser sometidas a nivelación y compactación, que estará asociado al movimiento de materiales que

VARIABLE	CALIDAD AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN
		será retirados del área del proyecto. Dado que existen muchos terrenos con la exposición del material parental, su calidad ambiental no es la original y su ponderación desciende ligeramente.
Suelos	0.4	Dentro de la zona del proyecto se encuentran que han sido desprovistos de su vegetación original y que sus componentes se encuentran afectados por usos agrícolas y forestales; por otra parte, existe otros manchones que están cubiertos de vegetación original con diferente grados de alteración y que su ponderación baja..
Hidrología	0.6	En el SAR existe una presión sobre el recurso hidrológico, asociada a los asentamientos humanos y actividades agrícolas y pecuarias, de las localidades cercanas; destacan el hecho de que la generación y descarga de aguas residuales, sin ningún tratamiento, afecta la calidad del agua. Durante la temporada de lluvias, el agua desarrolla una gran energía cinética y una fuerza erosiva, acarreado gran volumen de materiales edáficos sin protección y fragmentos de roca, que se deposita en las partes bajas de los cauces de los diferentes arroyos presentes. En relación a la disponibilidad de agua, solo se asocia a la que aporta la precipitación pluvial estacional. Tiene un valor moderado, debido a la escasa disponibilidad para cubrir la demanda existente y su estacionalidad.
Movilidad	0.4	La dinámica poblacional dentro del SAR esta matizada por una reducida movilidad, sobre todo en conexión a las localidades aisladas y dispersas; mientras que, a lo largo del camino de terracería, se desarrollar la agricultura de temporal de diversos cultivos, así como diversos asentamientos humanos, lo que promueve la presencia de vehículos que en esta zona. Se tiene contemplado que el proyecto favorecerá la movilidad vehicular y de la población, bienes y reducirá la probabilidad de accidentes y en consecuencia será un elemento que dinamizará la economía regional.

Fuente: SECIRA, 2019.

Como ya se ha hecho referencia, la tendencia del SAR Proyecto es hacia un continuo proceso de degradación progresiva, con una agricultura de temporal en las planicies y cercano a los centros más importantes de comercialización, y por el otro lado, una agricultura de subsistencia, sobre todo en la cercanía de vías de comunicación de terracería, disminución paulatina de la cobertura vegetal, desplazamiento de la fauna, baja integración urbanística. En suma, la calidad de vida de la población en la región, tiene un crecimiento desordenado, sin acciones concretas o tendencias naturales o antropogénicas, que intenten revertir o detener la degradación que se expresa en sus componentes. Considerando la tendencia analizada de la modelación, se discuten las posibles tendencias futuras a corto plazo (5 años), mediano plazo (15 años) y largo plazo (30 años), que permite establecer rasgos distintivos y de particular interés ambiental, social y económico. A partir del modelo predictivo del KSIM, con la tendencia de la calidad ambiental de cinco factores analizados del SAR, se observa una proyección hacia la paulatina disminución de la calidad ambiental de la zona, ya que, al carecer de la obra, la problemática de movilidad vehicular y la imposibilidad de contar con fuentes locales de empleo y de servicios, se espera un panorama de una mayor presión sobre los caminos. Las repercusiones sobre los atributos bióticos tendrán efectos de moderada magnitud y significancia, afectando de manera longitudinal sus condiciones actuales, siendo más lesivo en los terrenos donde se realizarán los cortes en el atributo geomorfológico y edáfico y la modernización del camino que producirá un ligero incremento en la desaparición de sus condiciones naturales. Por otra parte, se debe destacar la existencia de una tendencia ralentizada de la economía de la región, ya que existen zonas potenciales para su crecimiento agrícola, comercial y de servicios, con predios que potencialmente se irán utilizando para las diferentes necesidades urbanísticas y de desarrollo estratégico tanto local y de interés estatal. Las siguientes tablas y gráficas muestran las tendencias futuras del SAR.

**Tabla VII. 11.** Comportamiento de la Calidad Ambiental del Sistema Ambiental Regional, a corto, mediano y largo plazo, sin la inclusión de ningún tipo de proyecto.

Atributo del Sistema	Calidad Ambiental 2019	Año de la modelación realizada					
		2024		2029		2049	
		Calidad ambiental	Brecha ambiental	Calidad ambiental	Brecha ambiental	Calidad ambiental	Brecha ambiental
Vegetación	0.6	0.5743	-0.0257	0.4979	-0.0764	0.4254	-0.0725
Geología	0.4	0.4823	-0.0177	0.4306	-0.0516	0.3818	-0.0488
Suelo	0.6	0.3812	-0.0188	0.3252	-0.0560	0.2709	-0.0543
Hidrología	0.4	0.5889	-0.0111	0.5536	-0.0353	0.5153	-0.0383
Movilidad	0.6	0.3814	-0.0186	0.3283	-0.0530	0.2801	-0.0482

Fuente: SECIRA, 2019.

**Tabla VII. 12.** Modificación de la Calidad Ambiental del Sistema Ambiental Regional, a corto, mediano y largo plazo, sin la integración de ningún tipo de Proyecto.

COMPONENTE AMBIENTAL	COMPORTAMIENTO DE LA CALIDAD AMBIENTAL (%)		
	2024	2029	2049
Vegetación	-4.4707	-15.3508	-17.0382
Geología	-3.6741	-11.9938	-12.7761
Suelo	-4.9323	-17.2201	-20.0256
Hidrología	-1.8782	-6.3784	-7.4360
Movilidad	-4.8854	-16.1531	-17.2268

Fuente: SECIRA, 2019.

En esta modelación se utilizará el termino de Brecha Ambiental, que refleja la diferencia y comportamiento de cada factor ambiental a lo largo del tiempo, matemáticamente es la separación cuantitativa de la calidad de los factores respecto a su línea base, sobre del cual se hace el análisis ciclo por ciclo. El SAR del Proyecto está definido por un conjunto de presiones antropogénicas sobre los recursos, destacando la demanda de espacio para la población humana, que está en lento crecimiento, la demanda de agua actual, así como la presión de la vegetación natural, sobre todo en las laderas altas y medias de los lomeríos, lo cual ocasiona efectos negativos sobre la fauna silvestre, permitiendo el predominio de la fauna común en la cercanía de los núcleos urbanos. Debido a estas presiones y manejo inadecuado de los recursos, asociados a la amplia conversión del uso del suelo, se asignan valores moderados de calidad ambiental de los atributos evaluados, que se encuentra asociado al hecho de que el SAR tiende hacia una progresiva degradación. La modelación sin proyecto, muestra una brecha ambiental negativa para la vegetación de 25 milésimas en el lapso de cinco años que se incrementa a 76 milésimas en 15 y 72 milésimas 30 años, considerando la mayor presión sobre este recurso, alcanzando una pérdida de calidad ambiental del 4.4, 15.35 y 17.04% en los tiempos analizados, siempre una tendencia hacia el deterioro. En el SAR del Proyecto, se presentan la modificación de los atributos de la vegetación en cantidad, donde el recurso tiene una presión para el abastecimiento de leña para consumo doméstico, para los núcleos poblacionales de la región, que afectan la abundancia de los doseles forestales. Lo anterior se acentúa por la ausencia de un sistema de control, aprovechamiento y repoblamiento forestal, por lo que no se reemplazan los individuos aprovechados. En el SAR se observa un progresivo deterioro y una presión oscilante sobre los atributos de la vegetación, con la avanzada desaparición de la vegetación en las laderas bajas y prácticamente total en los valles y planicies, donde se ha desarrollado la agricultura y zonas urbanas. Se encuentran en la ladera alta y media, comunidades abiertas y fragmentado de bosque de Pino-Encino; por el contrario, se tiene un estado de conservación en las porciones altas de los lomeríos, donde las comunidades vegetacionales presentan una condición clímax y paraclímax, con una matriz conservada y una tendencia progresiva hacia la conservación. Sus valores de calidad ambiental inicial son moderados y se puede pronosticar



que la partes bajas y planicies habrán de perderse paulatinamente y serán dominadas por la agricultura; por otra parte, la vegetación original, serán ocupadas por la población. La pérdida de la calidad ambiental se acentúa hacia una moderada e intensa degradación, en aquellos sitios donde la presencia humana es frecuente y accesible; mientras que la existencia de una conciencia de protección ambiental favorecerá la existencia del Bosque de Pino-Encino la selva mediana presente en las partes altas. A consecuencia de la dinámica de la vegetación natural, la fauna muestra una tendencia a disminuir su presencia en el SAR, donde se ha desarrollado la agricultura, zonas urbanas e infraestructura de caminos de terracería. La presencia de una matriz conservada de bosque de Pino-Encino en las laderas altas de los lomeríos garantiza que las comunidades faunísticas preserven una mejor condición ecológica, se enfatiza que en sitios donde la presencia humana es permanente, las condiciones de conservación serán más inseguras para la fauna. En relación a la dinámica geológica de la región se observa que existe un potencial que aún no se han aprovechado, de tal manera que las actividades geológicas, pueden integrarse a la dinámica regional y nacional. Es claro que este aprovechamiento tiene un límite, lo cual se predice a través de los valores obtenidos de la modelación, con una brecha ambiental, con un carácter negativo para el año 2024 de 17 milésimas, que se incrementa a 51 milésimas en el 2029 y finalmente descender ligeramente en el año 2049 a 48 milésimas, con una tendencia a estabilizar la dinámica del aprovechamiento geológico regional, alcanzando una pérdida de calidad ambiental del 3.7, 12.0 y 12.77% en los tiempos analizados, siempre una tendencia hacia el deterioro. Se observa un incipiente mejoramiento de la calidad ambiental del suelo con una tendencia descendiente del 4.9% al inicio, que se incrementa a 17.22% y 20.02%, marcando una clara tendencia hacia el deterioro de sus valores. La modelación realizada sin proyecto, muestra una brecha ambiental negativa para el suelo de 18 milésimas en el lapso de cinco años que se incrementa a 56 milésimas en 15 y 54 milésimas 30 años, considerando mayor presión al recurso, alcanzando una pérdida de calidad ambiental, siempre una tendencia hacia el deterioro. En el SAR del Proyecto, se presentan la modificación de los atributos del suelo en cantidad, donde el recurso tiene una presión por actividades productivas, afectando propiedades físicas y químicas. Lo anterior se acentúa por la ausencia de un sistema de aprovechamiento del recurso y su protección con una cobertura vegetal, por lo que su pérdida es irreparable.

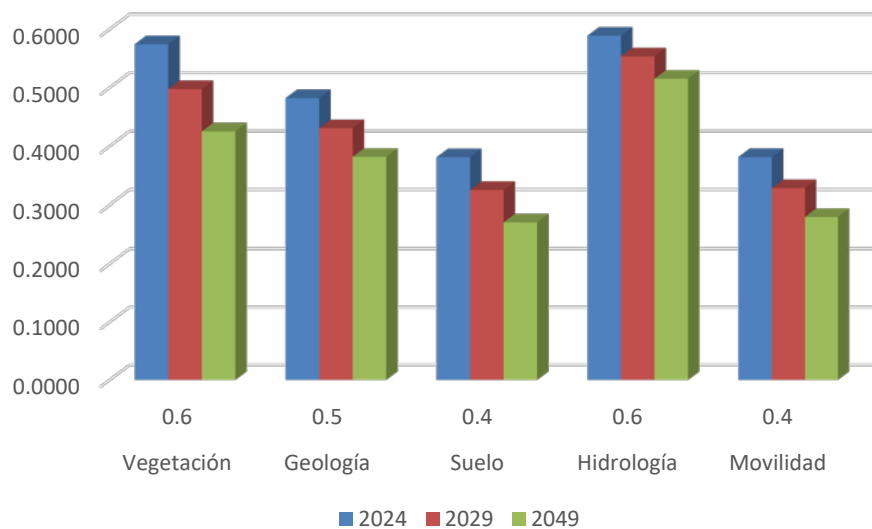
La modelación realizada sin proyecto, muestra una brecha ambiental negativa para la hidrología de 11 milésimas en el lapso de cinco años que se incrementa a 35 milésimas en 15 y 32 milésimas 38 años, considerando la mayor presión sobre este recurso, alcanzando una pérdida de calidad ambiental del 1.9, 6.4 y 7.4% en los tiempos analizados, siempre con una tendencia hacia el deterioro. En el SAR del Proyecto, se presentan la modificación de los atributos de la hidrología en cantidad y calidad, donde el recurso tiene una presión por el uso de actividades agrícolas productivas, para consumo humano en zonas rurales, cuya disposición final está acompañado de cambios importantes en sus propiedades físicas y químicas. Lo anterior se acentúa por la ausencia de sistema de protección para una posible recarga hidrológica inducida, por lo que su recarga es pasiva a nivel local y con posibilidades de transportar contaminantes al interior de los acuíferos.

El factor Movilidad muestra una condición de baja calidad ambiental, debido a la permanente presencia de daños en los caminos de terracería. Los valores de la modelación realizada muestran una brecha ambiental para el año 2024 de 18 milésimas, incrementándose a 32 milésimas en el 2029 y finalmente a descender en el año 2049 a 48 milésimas, con una baja posibilidad de disminuir por sí mismo, la movilidad de esta zona. La pérdida de la calidad ambiental muestra una tendencia decreciente, con 4.9%, 16.15% y 17.22% en cada ciclo de la modelación. Las siguientes gráficas muestran los resultados y el comportamiento de la Simulación de Escenario KSIM “Sin Proyecto” es decir sin la ejecución de ningún proyecto, así como la “brecha ambiental”, que resulta de considerar el valor inicial de la calidad ambiental y su diferencia a lo largo de los tiempos analizados.

Como mencionar que existe un conjunto de presiones sobre el SAR del Proyecto, proveniente de las actividades agrícolas, forestales, pecuarias y rurales actuales, que han propiciado la existencia de

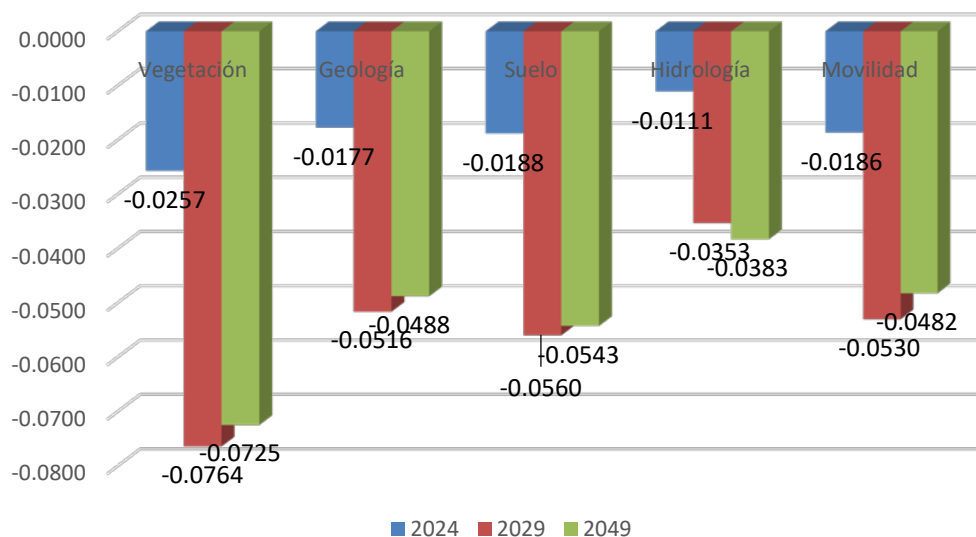
procesos de deterioro sobre los atributos del agua, fauna y vegetación, cuyos atributos iniciales muestran una tendencia del escenario potencial del SAR “Sin Proyecto”, con una significativa reducción de su calidad ambiental, generando una “Brecha Ambiental” que se amplía paulatinamente con relación a las condiciones actuales. Se obtienen efectos incipientes en los ámbitos sociales, con una tendencia favorable, así como un comportamiento a estabilizar sus valores, debido a que el dinamismo social debe alcanzar su máximo y finalmente cesar el crecimiento y mantener una tendencia asintótica de las actividades sociales actuales, sin la expectativa de un crecimiento.

**Gráfica VII. 2.** Tendencia del Sistema Ambiental Regional sin la incorporación del Proyecto Modernización del Camino, al año 2049.



Fuente: SECIRA, 2019.

**Gráfica VII. 3.** Brecha Ambiental del Sistema Ambiental Regional sin la incorporación del Proyecto Modernización del Camino, al año 2049.



Fuente: SECIRA, 2019.

## VII.2. Descripción y análisis del escenario con proyecto.

### VALORACIÓN CUANTITATIVA DEL IMPACTO.

#### Afectación sobre unidades de paisaje.

En este contexto, el paisaje se compone por unidades discretas, perceptibles y diferenciables ligadas con los usos de suelo que una sociedad da y acepta para un espacio territorial. Las unidades de paisaje, entonces, se estructuran de acuerdo a una composición de características o rasgos naturales que las hacen claramente distinguibles unas de otras, condición que permite que sean una base territorial para evaluar la oferta de recursos naturales y su manejo para efectos de planeación sectorial y espacial con límites naturales distinguibles al ojo humano.

La situación conceptual considerada es una división espacial del entorno con fines de establecer una demarcación, en este caso el Sistema Ambiental Regional, para poder realizar, bajo límites, un análisis cartográfico de las unidades de paisaje. Para ello se consideraron las escalas de trabajo de 1:7,500 para la cartografía aceptada por la resolución de las imágenes y planos utilizados.

Bajo el marco de referencia descrito, se aborda el impacto ambiental utilizando un Sistema de Información Geográfica vectorial con lo cual se realiza una cartografía sobre la que se contrastan las propiedades del proyecto. Para este caso se utilizó el programa Arcgis 10.3.

La aplicación de herramientas SIG a la metodología de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) potencian la comprensión del entorno y permiten la integración, modelado, análisis y la valoración de los distintos factores que, eventualmente, harán de interactuar con la obra o actividad propuesta. La utilización del SIG en la valoración del impacto ambiental permite, entre otras cosas:

- Obtener, acopiar y sistematizar la información ambiental.
- Realizar un diagnóstico ambiental documentado.
- Analizar la información ambiental en base a datos numéricos con referencia espacial y temporal lo que permite un mayor nivel de integración y procesamiento.
- Ofrece información detallada, confiable y referida geográficamente.
- Permite el planteamiento de preguntas y ofrece respuestas confiables.

En función de lo anterior se presenta a continuación una valoración de los impactos ambientales a partir del conocimiento del inventario de los elementos naturales documentados utilizando el Sistema de Información Geográfica, en virtud de que ofrecen una descripción de espacio basada en la cuantificación del conjunto elementos naturales que pudieran ser afectados por el proyecto y con ello diseñar y aplicar las medidas de prevención, mitigación y/o compensación necesarias, pertinentes y específicas para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.

### VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES ESTIMADOS CON MÉTODOS ESPECÍFICOS DE LA RELACIÓN SIN PROYECTO Y CON PROYECTO.

El método que se emplea es el propuesto por Gabriel Ortiz para proyectos en una sola opción de trazo. Este método basa la valoración del impacto ambiental en dependencia de la ponderación del valor relativo dado a los tipos de vegetación, unidades ambientales o de paisaje en función de los siguientes criterios:

- Grado de cobertura.
- Estructura espacial
- Diversidad en la etapa serial de la sucesión.
- Estado de conservación.
- Endemismos.

Según estos criterios se valora cada una de las unidades de 1 al 10.

El procedimiento para extraer el índice de impacto es el siguiente:

$$C_i = \frac{\sum Su * V}{Sr} * 100$$

Dónde: Su=Es la superficie de las unidades a valorar y V= es el valor de conservación (ponderación). Sr: Superficie equivalente de las unidades de vegetación consideradas en el ámbito geográfico de referencia. Esta superficie equivalente se extrae de la sumatoria de todas las superficies de las unidades consideradas en la región geográfica estudiada multiplicadas por su correspondiente grado de conservación. El resultado del cálculo del índice es expresado en porcentaje y para su interpretación se ha de tener en cuenta la situación **sin proyecto**, que debe ser del 100%, a esta situación sin proyecto se le resta el resultado de la estimación **con proyecto**. Si las pérdidas de superficie equivalente son superiores a un 30% o próximas a un tercio, el trazo del proyecto es inadmisibles y, en consecuencia, se debe modificar la propuesta.

**Impacto de las obras para la modernización del Camino: E.C. (TLAPA-MARQUELIA) - ILIATENCO, TRAMO: DEL KM 0+000 AL KM 5+000, EN LOS MUNICIPIOS DE MALINALTEPEC E ILIATENCO, en el Estado de Guerrero.**

De acuerdo con los Conjuntos de Datos Vectoriales de Uso del Suelo y Vegetación, Escala 1:250 000 Serie VI, el Sistema Ambiental Regional del trazo del proyecto cuenta con una superficie total de 1,151.04 hectáreas, de las cuales de acuerdo con la carta del INEGI Serie VI, la mayor parte de su superficie corresponde con bosque de pino-encino, es decir el 86.62% del total, lo cual es equivalente a 997.05 hectáreas, en segundo lugar se ubica la vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino con un 13.38%, que es igual a 153.99 hectáreas, este tipo de vegetación se localiza en la parte extrema oriente del SAR. Estos datos se pueden apreciar en la siguiente tabla y en la subsecuente imagen:

**Tabla VII. 13.** Uso de Suelo y Vegetación del Sistema Ambiental Regional (INEGI, 2015).

Clave	Uso de suelo y/o vegetación	Área (has)	Porcentaje (%)
BPQ	Bosque de pino-encino	997.05	86.62%
VSa/BPQ	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	153.99	13.38%
<b>TOTAL</b>		1151.04	100.00%

Fuente: SECIRA, 2019.

Para el presente análisis se tomaron en cuenta las imágenes satelitales y los vídeos tomados por el dron durante la visita a campo para determinar distintas zonas más específicas del Sistema Ambiental Regional, entre otras, el estado actual de la zona, la vegetación, la infraestructura de transporte, las construcciones, las áreas desprovistas de vegetación o con escasa vegetación, por señalar algunas. Las siguientes unidades de paisaje fueron las que se encontraron dentro del SAR, siendo la vegetación de bosque de coníferas la más representativa el bosque de pino-encino con 966.44 hectáreas que equivalen a 83.96% y la vegetación secundaria arbustiva de este mismo tipo de vegetación con 13.22%, es decir 152.22 hectáreas. Lo cual significa que el bosque de coníferas abarca un 97.19%, mientras el resto de las unidades de paisaje abarcan el 2.81% restante. Estos datos se pueden verificar en la siguiente tabla:

**Tabla VII. 14.** Unidades del paisaje presentes en el SAR.

Unidades de paisaje	Área (hectáreas)	Porcentaje (%)
Arroyo Grande	0.24	0.02%
Bosque de pino-encino	966.44	83.96%
Camino tipo brecha	0.21	0.02%
Cauce Intermitente	2.05	0.18%

Áreas con escasa vegetación	8.93	0.78%
Áreas desprovistas de vegetación	4.52	0.39%
Construcciones	5.10	0.44%
Carretera pavimentada	2.88	0.25%
Río Alchipahuac	1.92	0.17%
Río El Rincón	1.65	0.14%
Río sin nombre	0.23	0.02%
Carretera de terracería	3.70	0.32%
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	152.22	13.22%
Camino de tipo vereda	0.95	0.08%
<b>TOTAL</b>	<b>1151.04</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: SECIRA, 2019.

A continuación, se muestra lo siguiente:

- El inventario ambiental determinado a escala 1:7,500.
- La valoración del impacto ambiental, mediante índices de impacto.

Se presenta la cartografía general realizada, a escala 1:7,500, indicando el Sistema Ambiental Regional, con la inserción del trazo existente del camino.

El mapa anterior permite conocer el espacio en el que se inserta el proyecto.

### Resultados.

Análisis del Coeficiente de Impacto (Ci), incluyendo las unidades de paisaje señaladas anteriormente.

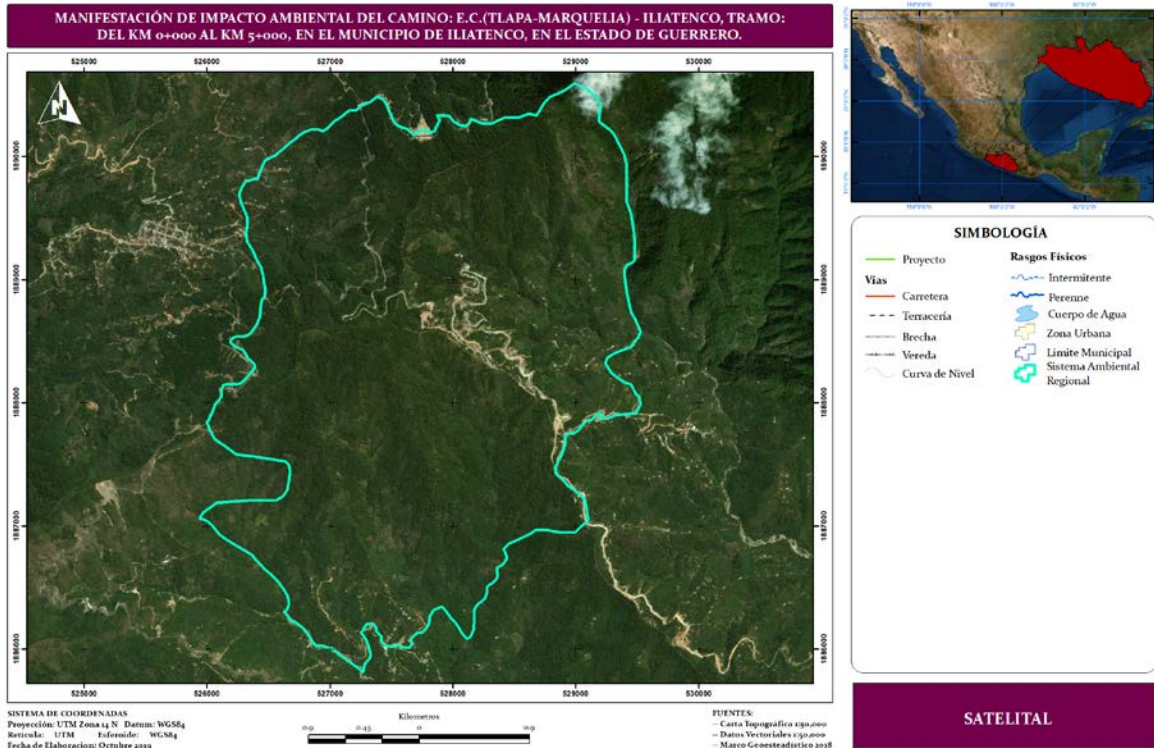
**Tabla VII. 15.** Análisis regional a escala 1:7,500.

Unidades ambientales	Superficie ha (su)	Valor de conservación (v)	Superficie equivalente (se)	Índice de impacto (ci) sin proyecto	
Arroyo Grande	0.24	9	2.16	100	
Bosque de pino-encino	966.44	9	8697.96		
Camino tipo brecha	0.21	5	1.05		
Cauce Intermitente	2.05	9	18.45		
Áreas con escasa vegetación	8.93	7	62.51		
Áreas desprovistas de vegetación	4.52	5	22.6		
Construcciones	5.1	5	25.5		
Carretera pavimentada	2.88	5	14.4		
Río Alchipahuac	1.92	9	17.28		
Río El Rincón	1.65	9	14.85		
Río sin nombre	0.23	9	2.07		
Carretera de terracería	3.7	5	18.5		
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	152.22	8	1217.76		
Camino de tipo vereda	0.95	5	4.75		
<b>Total, en la región</b>	<b>1151.04</b>				
<b>Total, superficie equivalente</b>			<b>10119.84</b>		
<b>Ci</b>					

Fuente: SECIRA, 2019.

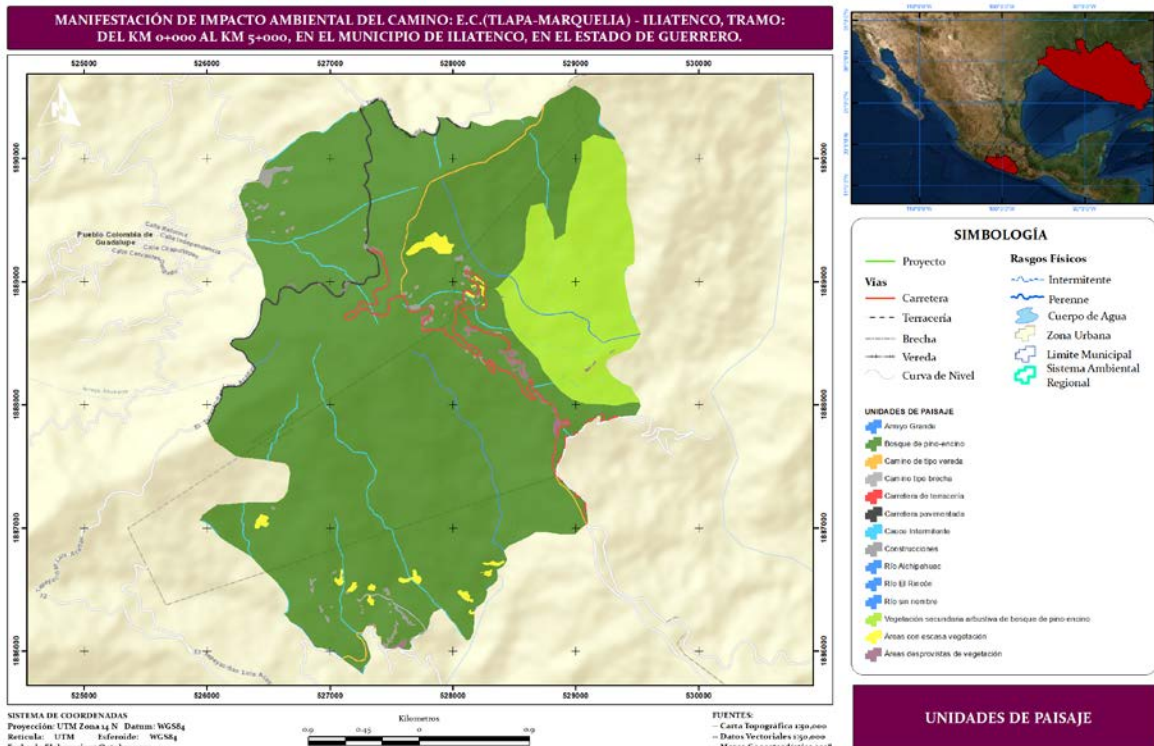
El 100% representa el indicador para la situación **sin proyecto**.

**Imagen VII. 10.** Condición actual del Sistema Ambiental Regional sin unidades de paisaje y sin proyecto.

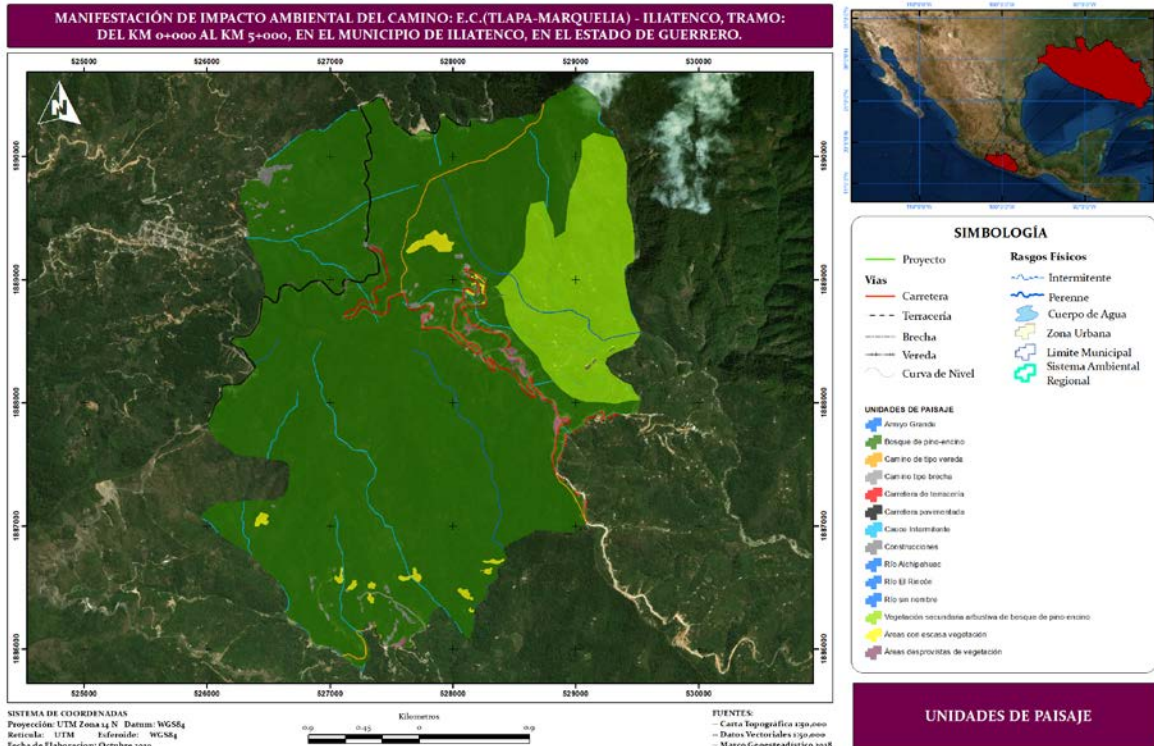


Fuente: SECIRA, 2019.

**Imagen VII. 11.** Condición actual del Sistema Ambiental Regional con unidades de paisaje y sin proyecto con imagen en Google Maps.



**Imagen VII. 12.** Condición actual del Sistema Ambiental Regional con unidades de paisaje y sin proyecto con imagen satelital.



Fuente: SECIRA, 2019.

A continuación, se realizará un análisis una vez ingresado el área del proyecto, para ponderar la viabilidad y compatibilidad de la propuesta antes de su ingreso, cabe mencionar y recordar que se trata de una modernización de camino de terracería existente. Las siguientes son las unidades de paisaje que serán afectadas por el ingreso del trazo del proyecto:

**Tabla VII. 16.** Afectación Total a las unidades de paisaje.

Unidades de paisaje	Área (hectáreas)	Porcentaje (%)
Bosque de pino-encino	2.884777	82.66%
Cauce Intermittente	0.006034	0.17%
Áreas con escasa vegetación	0.003733	0.11%
Áreas desprovistas de vegetación	0.00514	0.15%
Construcciones	0.004303	0.12%
Carretera de terracería	0.583747	16.73%
Camino de tipo vereda	0.002156	0.06%
<b>TOTAL</b>	<b>3.48989</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: SECIRA, 2019.

Como se puede observar en la tabla anterior, la mayor afectación por el trazo del proyecto (modernización de camino) se dará en el bosque de pino-encino con el 82.66% que corresponden con 2.88 hectáreas, y la carretera de terracería con el 16.73% es decir 0.58 hectáreas. La siguiente tabla evalúa la pérdida de estas unidades de paisaje:

**Tabla VII. 17.** Ponderación regional a escala 1:7,500 una vez ingresado el proyecto.

UNIDADES AMBIENTALES	SUPERFICIE HA (SU)	SUPERFICIE ELIMINADA	SUPERFICIE REMANENTE	VALOR DE CONSERVACIÓN	SUPERFICIE EQUIVALENTE	ÍNDICE DE IMPACTO CON PROYECTO
Arroyo Grande	0.24	0.00	0.24	9	2.16	98.21%
Bosque de pino-encino	966.44	2.88	963.56	9	8672.00	
Camino tipo brecha	0.21	0.00	0.21	5	1.05	
Cauce Intermitente	2.05	0.006	2.04	9	18.40	
Áreas con escasa vegetación	8.93	0.004	8.93	7	62.48	
Áreas desprovistas de vegetación	4.52	0.005	4.51	5	22.57	
Construcciones	5.1	0.00	5.10	5	25.48	
Carretera pavimentada	2.88	0.00	2.88	5	14.40	
Río Alchiphuac	1.92	0.00	1.92	9	17.28	
Río El Rincón	1.65	0.00	1.65	9	14.85	
Río sin nombre	0.23	0.00	0.23	9	2.07	
Carretera de terracería	3.7	0.58	3.12	5	15.58	
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	152.22	0.00	152.22	7	1065.54	
Camino de tipo vereda	0.95	0.00	0.95	5	4.74	
<b>Total, en la Región</b>	1151.04	3.49	1147.55			
<i>Total, Superficie Equivalente con Proyecto</i>					9938.60	
<i>Total, Superficie Equivalente sin Proyecto</i>					10119.84	
<i>Ci</i>						

Fuente: SECIRA, 2019.

Esta aproximación fue hecha en SIG mediante una superposición de la huella de la propuesta de las obras propuestas para la modernización del Camino: E.C. (Tlapa-Marquelia) - Iliatenco, tramo: del km 0+000 al km 5+000, en los Municipios de Malinaltepec e Iliatenco, en el Estado de Guerrero, a la resolución indicada las superficies de intervención por el proyecto existente.

**Tabla VII. 18.** Diferencia de coeficientes de impacto (pérdida de superficie equivalente)

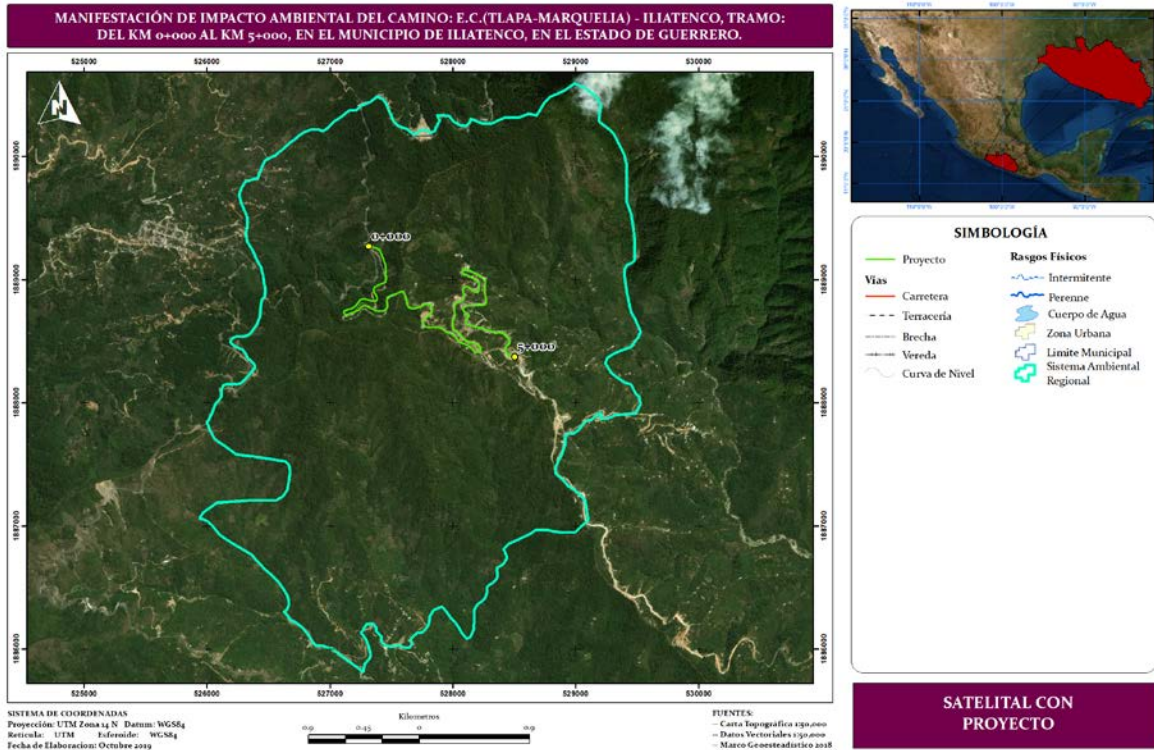
ÍNDICE DE IMPACTO (CI) SIN PROYECTO	ÍNDICE DE IMPACTO (CI) CON PROYECTO	DIFERENCIA ENTRE SITUACIÓN CON Y SIN PROYECTO	DIAGNÓSTICO
100.00%	98.21%	1.79%	Compatible

Fuente: SECIRA, 2019.

Utilizando este tratamiento se presenta una diferencia de coeficientes del **1.79%** entre la situación sin proyecto y con proyecto existente. Se puede calificar el impacto, así valorado, como compatible. Toda vez que se trata de una modernización de camino, por ello el coeficiente de impacto indican la compatibilidad de esta modificación en el Sistema Ambiental Regional.

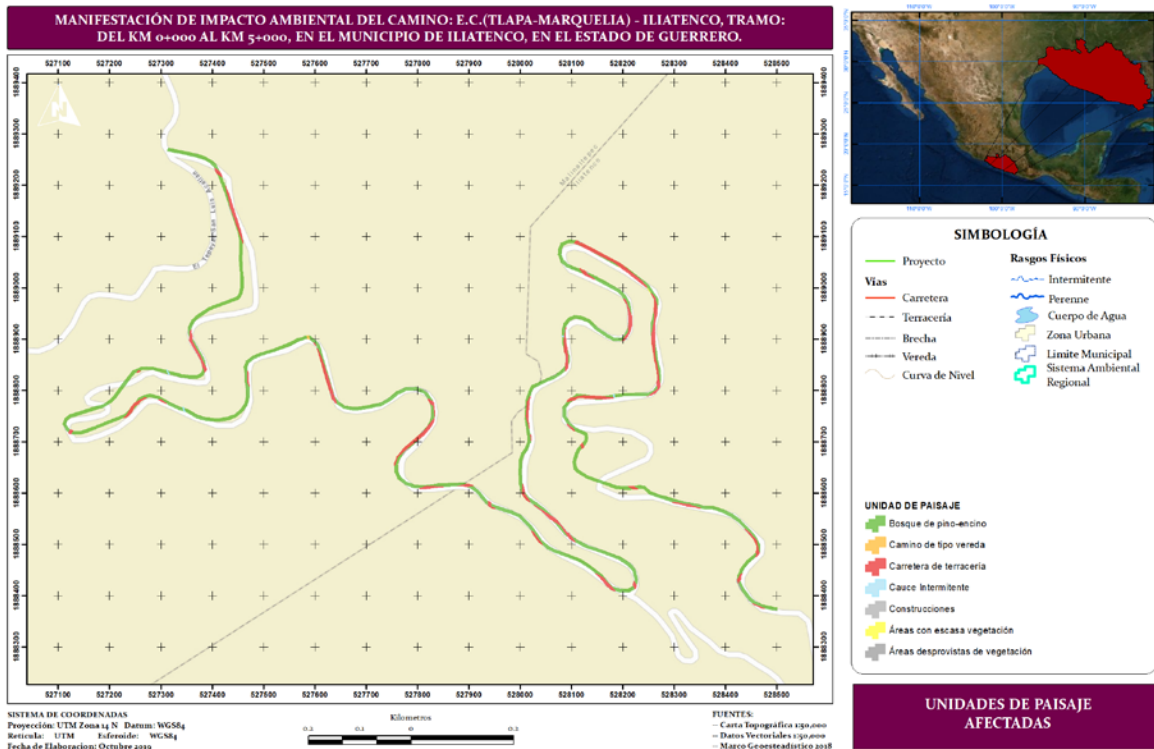


**Imagen VII. 13. Modernización del camino.**

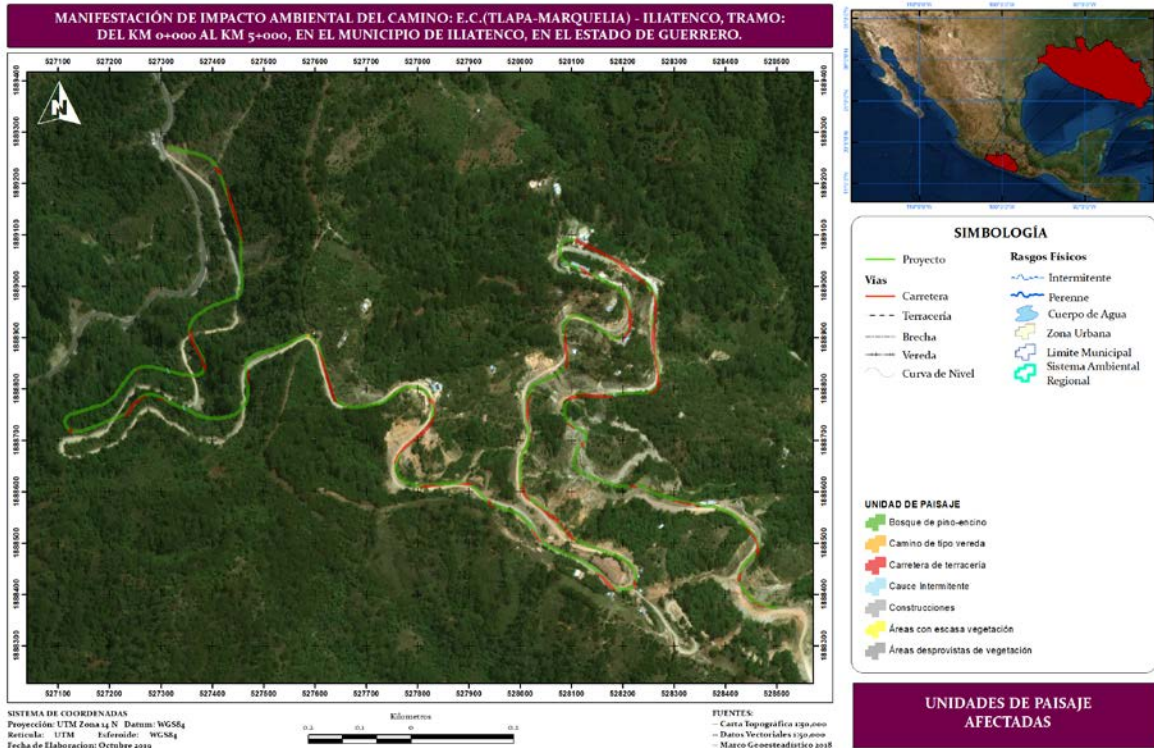


Fuente: SECIRA, 2019.

**Imagen VII. 14. Afectación a las unidades de paisaje del Sistema Ambiental Regional con proyecto con imagen Google Maps.**



**Imagen VII. 15.** Afectación a las unidades de paisaje del Sistema Ambiental Regional con proyecto con imagen satelital.



**Fotografía VII. 1.** Modernización del camino montada sobre fotografía aérea.



Fuente: SECIRA, 2019.

A continuación, se muestra el análisis de los resultados de la Simulación KSIM con la integración del proyecto “Modernización del Camino”, y su comparación con el valor obtenido de la Modelación “Sin Proyecto”, de acuerdo a tres diferentes intervalos de tiempo de 5, 15 y 30 años. De esta forma se conoce numéricamente la “Brecha Ambiental”, entre el Proyecto y el Escenario “Sin Proyecto”. Cabe mencionar que cuando se obtienen valores positivos, estos corresponden a los “Pasivos Ambientales, como respuesta de los impactos negativos derivados del desarrollo del Proyecto. En el caso de obtener valores negativos, se interpretan como “Activos Ambientales”, que resultan los efectos benéficos de las distintas actividades del proyecto y que son favorables al entorno. La tabla siguiente muestra los valores obtenidos para la Modelación KSIM para la integración del proyecto, considerando la preparación de sitio, construcción, operación, mantenimiento y abandono, posteriormente se discuten los valores y principales conclusiones obtenidas.

**Tabla VII. 19.** Comportamiento de la Calidad Ambiental del Sistema Ambiental con la integración del Proyecto Modernización del Camino, a corto, mediano y largo plazo.

Atributo del Sistema	Calidad Ambiental 2019	Año de la modelación realizada					
		2024		2029		2049	
		Calidad ambiental	Brecha ambiental	Calidad ambiental	Brecha ambiental	Calidad ambiental	Brecha ambiental
Vegetación	0.6	0.5777	-0.0223	0.5860	0.0083	0.5980	0.0120
Geología	0.5	0.4846	-0.0154	0.4649	-0.0197	0.4307	-0.0341
Suelo	0.4	0.3780	-0.0220	0.3665	-0.0115	0.3466	-0.0199
Hidrología	0.6	0.5911	-0.0089	0.5855	-0.0057	0.5759	-0.0096
Movilidad	0.4	0.4073	0.0073	0.4271	0.0198	0.4534	0.0263

Fuente: SECIRA, 2019.

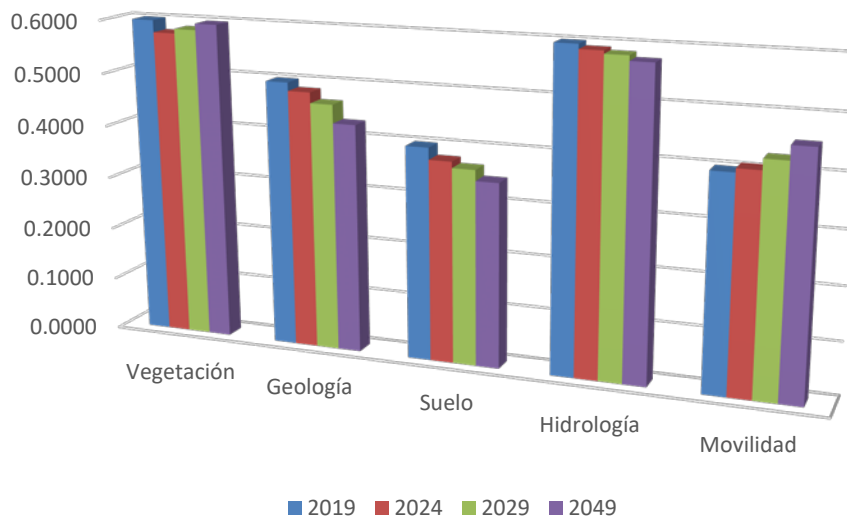
Similar a otros componentes del SAR del Proyecto, se observa un deterioro sobre la vegetación, debido a que habrá de ocurrir la desaparición de los organismos vegetales por la Modernización del Camino, principalmente de elementos de Bosque de Pino-Encino. Destaca particularmente la condición de alta conservación de la vegetación en las partes altas de los lomeríos fuertes, en el Bosque de Pino-Encino, donde la presencia humana es prácticamente nula y sin ninguna afectación. En este sentido, la modelación realizada al atributo vegetación con el Proyecto, se genera un descenso de la calidad ambiental para el año 2024 de 22 milésimas, y que muestra un incremento con un valor positivo de 8 milésimas en el 2029 y aumentar su calidad ambiental en el año 2049 a 12 milésimas, en virtud de que a largo plazo se alcanza un valor que refleja la estabilidad y el favorecimiento de conservación de las condiciones de desarrollo de las comunidades vegetales, asociado a la disminución de la presión por el aprovechamiento de la ganadería, forestal, agricultura y urbanización, en ese orden jerárquico, que podrán disponer de otros recursos para su desarrollo. Por otra parte y en la actualidad, es notable la geología en las zonas del SAR, situación contraria fuera de la área del proyecto y que no tendrá ninguna interacción con las actividades a realizar, con una moderada calidad ambiental inicial y ante el Proyecto, tienen una afectación adicional, ya que paulatinamente, se observa una ampliación de la brecha ambiental, iniciando con un valor para el 2024 de 15 milésimas, se incrementa a 19 milésimas en el 2029 y finalmente se incrementa en el año 2049 a 34 milésimas, con una tendencia a estabilizar los materiales geológicos aprovechados por el proyecto, con una tendencia hacia una afectación que puede verse afectado por las lluvias intensas que prevalecen en toda la región y que habrán de incrementar el intemperismo.

El factor Suelo inicia con una moderada calidad ambiental y con comportamiento negativo con valores ligeramente alejados a la modelación Sin Proyecto, debido a sus afectaciones directas por el proyecto de modernización, que produce valores con una brecha ambiental para el año 2024 de 22 milésimas, que desciende al año 2029 con 11 milésimas y finalmente muestra un deterioro en el año 2049 con 19 milésimas, con una clara tendencia a oscilante y de estabilidad de forma progresiva,

con lo cual se evidencia la posibilidad de ofrecer un mejor desarrollo a la población vegetal, aunado a otras actividades productivas a la población que se ubicará en la zona de influencia, con la disminución de riesgos vehiculares y efectos importantes en la movilidad de sus productos.

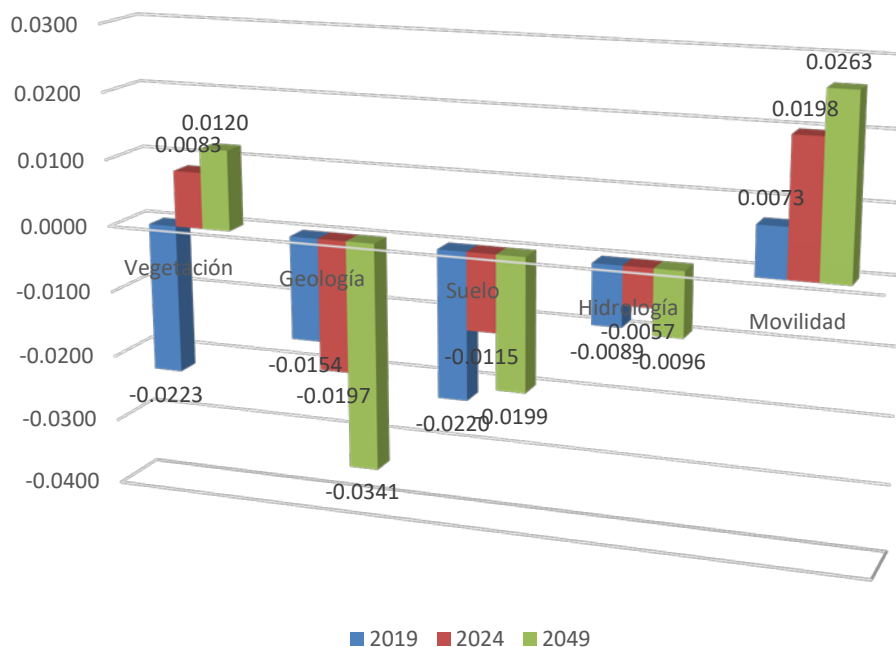
La integración del proyecto producirá efectos ambientales sobre la hidrología, principalmente en la zona donde se habrá de construir la obra, ya que provocará cambios en la hidrología superficial, pero también afectará aguas abajo las condiciones ambientales de la escorrentía superficial. Por otra parte, habrá de provocar efectos sociales y económicos en la región. En relación con la modelación realizada considerando la construcción del Proyecto, se observa que la calidad ambiental de la hidrología, manifiesta un descenso para el año 2024 con 9 milésimas, para posteriormente generar 6 milésimas en el 2029 y finalmente terminar con un valor de brecha ambiental de 9 milésimas negativas en el año 2049, mostrando durante la modelación realizada, una tendencia a tener una estabilización de su calidad ambiental, en función de las condiciones de precipitación de la región y de la recarga de agua, ya que la dinámica del clima, asociada a las lluvias torrenciales, provocara una mayor cantidad de agua que podrán intensificar la recarga, hasta alcanzar su nivel de estabilidad en los suelos y el establecimiento de una cubierta vegetal. Se observa una brecha ambiental favorable con respecto a la modelación Sin Proyecto, como respuesta a la presión que disminuye paulatinamente y, en consecuencia, la generación de aguas residuales. En relación a la dinámica de la Movilidad, se observa que la integración del proyecto redundará en un mejor aprovechamiento de la vialidad existente, de tal manera que la actividad de la población se verá favorecida y la movilidad podrán favorecer una mayor integración de la dinámica comercial y de servicios local y regional. Es claro que esta movilidad tiene una predicción de una curva asintótica en los valores obtenidos, con una brecha ambiental, siempre con carácter benéfico del SAR, de tal forma que para los años 2024 y 2029 de 7 y 20 milésimas, respectivamente, que se incrementa a 26 milésimas en el año 2049, con una clara tendencia de la futura estabilización de la dinámica regional, a consecuencia del mejoramiento de este segmento del camino de terracería. En conclusión, del Proyecto habrá de generar efectos positivos en el ámbito de la movilidad social y económica regional, con una tendencia favorable, así como a estabilizar sus valores, debido a que tiende a alcanzar su máximo y finalmente cesar el crecimiento y mantener una estabilidad, relacionadas con los ámbitos urbano, de productos y servicios, asociados a la dinámica poblacional dedicada a otros rubros, como es la agricultura y transporte de pasajeros, de carga y privado. Las gráficas siguientes muestran los resultados y el comportamiento de la Simulación de Escenario KSIM “Con el Proyecto” del Proyecto “Modernización del Camino”, que representa una obra de prioridad regional, reduciendo la “brecha ambiental”, existente entre la Modelación “Sin Proyecto” y la Modelación “Con el proyecto”, resultando con una tendencia positiva, ante la comparación a lo largo de los tres tiempos analizados, obteniendo un cambio de su calidad ambiental de los atributos analizados, generando una “Brecha Ambiental” positiva, de acuerdo con las condiciones discutidas anteriormente. Cabe destacar que, al momento de la integración de las medidas de mitigación, la brecha ambiental obtenida se reducirá en los rubros discutidos y obviamente se acercarán hacia la modelación “Sin Proyecto”, que funciona como la línea base para el análisis realizado.

**Gráfica VII. 4.** Tendencia del Sistema Ambiental Regional con la incorporación del Proyecto “Modernización del Camino”



Fuente: SECIRA, 2019.

**Gráfica VII. 5.** Brecha Ambiental del Sistema Ambiental Regional con la incorporación del Proyecto “Modernización del Camino”



Fuente: SECIRA, 2019.

A continuación, se incluyen las Gráficas que muestran la afectación por la integración del proyecto: “Modernización del Camino”, con un análisis de las tendencias hacia los 5, 15 y 30 años de los factores modelados, donde se establecen conclusiones de los impactos acumulativos de cada factor. Los cuadros siguientes muestran las variaciones de la calidad ambiental por la integración de las obras propuestas, así como la variación anual a lo largo de los 30 años de la modelación realizada.

**Tabla VII. 20.** Modificación de la calidad ambiental del Sistema Ambiental Regional con la integración del Proyecto “Modernización del Camino”

Factor	Años		
	5 años	15 años	30 años
Vegetación	-3.7	1.4	2.0
Geología	-3.1	-4.1	-7.3
Suelo	-5.5	-3.0	-5.4
Hidrología	-1.5	-1.0	-1.6
Movilidad	1.8	4.9	6.1

Fuente: SECIRA, 2019.

**Tabla VII. 21.** Modificación de la Calidad Ambiental por Factor, en 30 años y porcentaje, impacto acumulativo y variación anual del Proyecto Modernización del Camino.

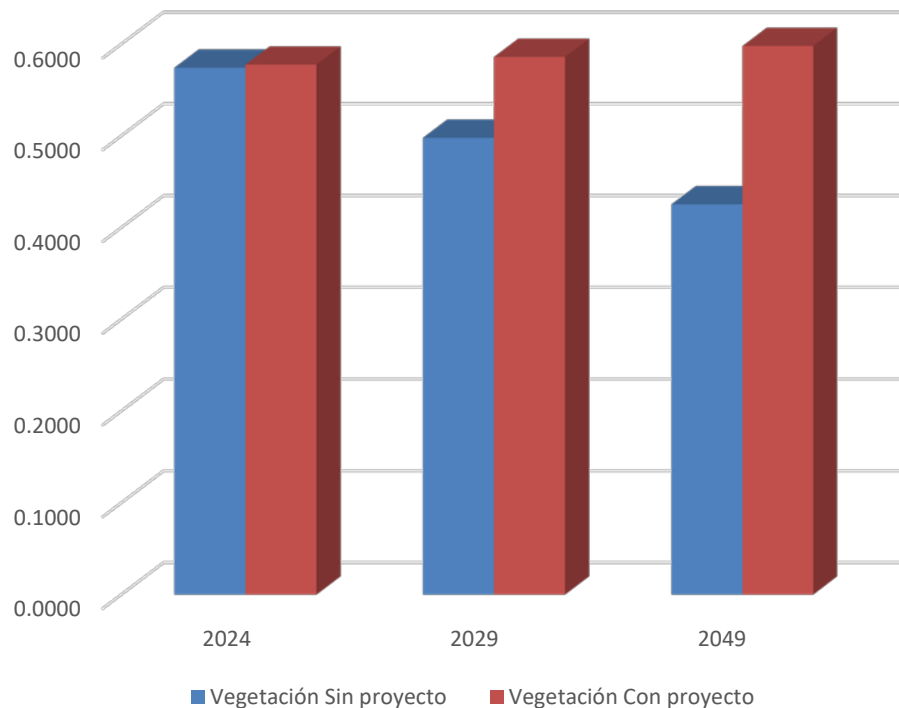
Factor	2024	2029	2049	Impacto Acumulativo (%)	Variación Anual (%)	Brecha con/sin proyecto
Vegetación	-3.7	1.4	2.0	-0.2	-0.008	0.173
Geología	-3.1	-4.1	-7.3	-14.5	-0.483	0.049
Suelo	-5.5	-3.0	-5.4	-14.0	-0.466	0.061
Hidrología	-1.5	-1.0	-1.6	-4.1	-0.136	0.173
Movilidad	1.8	4.9	6.1	12.8	0.428	0.076

Fuente: SECIRA, 2019.

### VII.2.1. Factor Ambiental Vegetación.

Considerando el conjunto de afectaciones actuales que inciden sobre el factor vegetación, que han provocado una simplificación del sistema y eliminando los organismos de interés económico, sobre todo en los lomeríos con nula accesibilidad para actividades agrícolas, así como en aquellos terrenos donde se puede desarrollar la agricultura y ubicar asentamientos humanos o instalar la infraestructura; situación que resulta contraria en las laderas altas de los lomeríos del SAR, donde la vegetación natural permanece en una condición protegida, en función de la imposibilidad de desarrollar cualquier actividad económica. Con la incorporación del proyecto, se obtienen valores negativos de 3.7%, y positivos del 1.4% y 2.0%, en cada modelación, mostrando un impacto acumulativo negativo del 0.2%, con una tasa de mejoramiento anual de 0.008%, lo que se debe a la constante disponibilidad de espacios para la repoblación vegetal, que permitirá la prevalencia de microclima más húmedo y con la posibilidad de integrarse organismo vegetales aunado a la protección de los recursos existentes, y por el lado contrario, con la protección permanente a los renuevos de los individuos arbóreos, por la ausencia de ganado o paso de personas. La brecha ambiental entre la modelación sin proyecto y con proyecto muestra un valor positivo de 0.173, lo cual es evidencia de la tendencia positiva que tendrán las comunidades vegetales o establecerse cerca de donde exista una mayor disponibilidad del protección y recursos hídricos y la expresión de una tendencia de mejoramiento de las comunidades vegetales.

**Gráfica VII. 6.** Escenario a 30 años e Impacto Acumulativo de la Vegetación, con la integración del Proyecto Modernización del Camino.

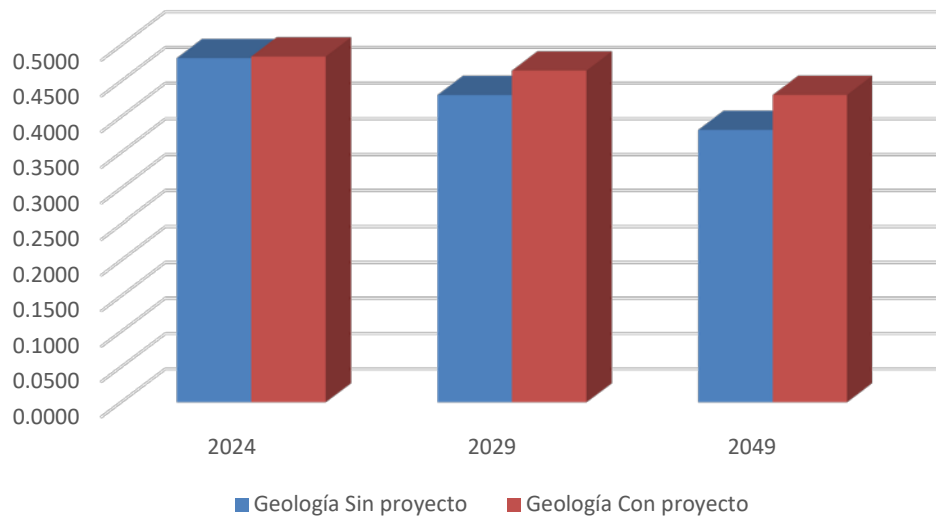


Fuente: SECIRA, 2019.

### VII.2.2. Factor Ambiental Geología.

Dada la necesidad de incrementar las condiciones de vida de la población ubicada a lo largo del corredor regional, así como contar con una vialidad de mayor movilidad y seguridad y seguir detonando una serie de actividades agrícolas y comerciales de la zona, y ofrecer una mejoría en la calidad de vida. El impacto acumulativo producido sobre la geología, por la incorporación del proyecto, es un resultado con valores negativos de 3.1%, 4.1% y 7.3% de cada modelación, mostrando una mejoría, por encima de la modelación “Sin Proyecto”, a consecuencia de una mejor movilidad vehicular y de servicios, y actividades asociadas. Posterior a la construcción del proyecto, existe un efecto benéfico sobre una mayor seguridad en el movimiento vial de la población, lo que dinamizará el intercambio de mercancías, materias primas, productos y servicios. En ese sentido, se tiene que el proyecto beneficia directamente a los factores geológicos de la zona. El impacto acumulativo del Proyecto, es de 14.5% de su calidad ambiental y una tasa anual negativa del 0.48%, con una tendencia hacia la estabilización. La brecha ambiental entre la modelación sin proyecto y con proyecto muestra un valor positivo de 0.049, lo cual es evidencia de la tendencia que existe sobre las condiciones naturales y a pesar de una mejor expresión de la mayor seguridad en la movilidad, pero que invariablemente, producirá una mayor presencia humana y presión adicional sobre los recursos.

**Gráfica VII. 7.** Escenario a 30 años e Impacto Acumulativo de la Geología, con la integración del Proyecto Modernización del Camino.



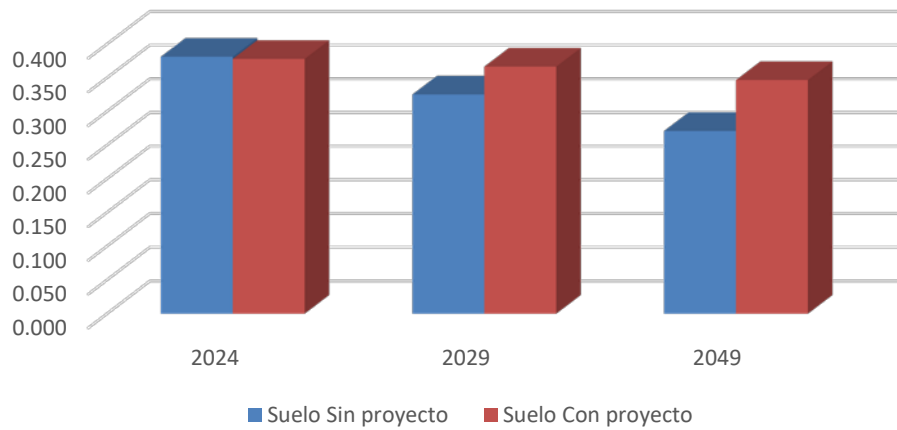
Fuente: SECIRA, 2019.

### VII.2.3. Factor Ambiental Suelo.

El suelo ha tenido que sufrir varios cambios físicos y químicos a consecuencia de la constante presencia humana y diversas actividades domésticas, el uso del camino de terracería, lo cual ha provocado la erosión del suelo en las laderas medias y altas de los lomeríos del SAR, donde existe una buena conservación de las comunidades vegetales o existen recursos originales. Con la incorporación del proyecto, se obtienen valores negativos del 5.5%, 3.0% y 5.4%, en cada modelación, mostrando un impacto acumulativo del 14.0%, con una tasa de deterioro anual de -0.46%, lo que se debe a la constante presencia humana, dedicada a la agricultura y paso frecuente sin control y protección de aquellas áreas donde aún existen los recursos naturales; por el contrario, con la generación de residuos y su disposición inadecuada que afectan la calidad del suelo. La brecha ambiental entre la modelación sin proyecto y con proyecto muestra un valor positivo 0.061, lo cual es evidencia de la tendencia a estabilizarse que ocurre sobre el suelo y a pesar de una mejor expresión de mejoramiento de las comunidades vegetales, pero que invariablemente, producirá una mayor presencia humana y presión adicional sobre los atributos del suelo.



**Gráfica VII. 8.** Escenario a 30 años e Impacto Acumulativo del suelo, con la integración del Proyecto Modernización del Camino.

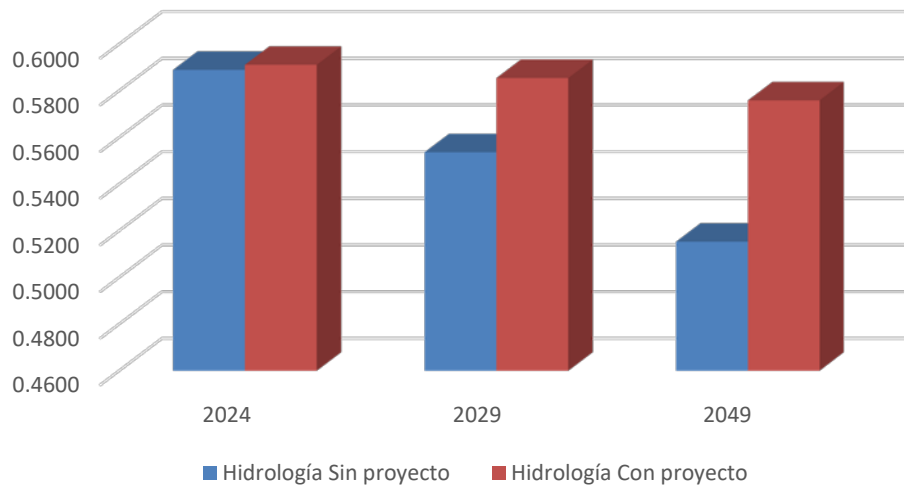


Fuente: SECIRA, 2019.

#### VII.2.4. Factor Ambiental Hidrología.

La modificación de la hidrología de la zona del proyecto, producen un impacto acumulativo que afecta el 4.1% de la calidad ambiental en los 30 años de modelación para este factor, donde la variación anual es de un valor negativo de 0.136%, y contemplando que en la última modelación de 30 años, se tienen los valores más altos, en virtud de que se tendrá una presión que se incremente sobre la disponibilidad y aprovechamiento del recurso hídrico por la demanda poblacional ubicada en este corredor regional, se considera que no se podrá estabilizar la recarga y disponibilidad del recurso agua. En este sentido se concluye que al final de la modelación, se produce una modificación favorable sobre la hidrología. Tales modificaciones se podrán estabilizar conforme transcurra el tiempo y a largo plazo se controle la demanda creciente de agua, sin la cual se seguirá presionando a este recurso. La brecha ambiental entre la modelación sin proyecto y con proyecto muestra un valor de 0.173, lo cual es evidencia de la presión a la que estará sujeto el recurso hídrico y la tendencia de estabilizar sus condiciones conforme pase el tiempo, considerando la presión por su extracción y las posibilidades de favorecer su recarga.

**Gráfica VII. 9.** Escenario a 30 años e Impacto Acumulativo de la Hidrología, con la integración del Proyecto Modernización del Camino.

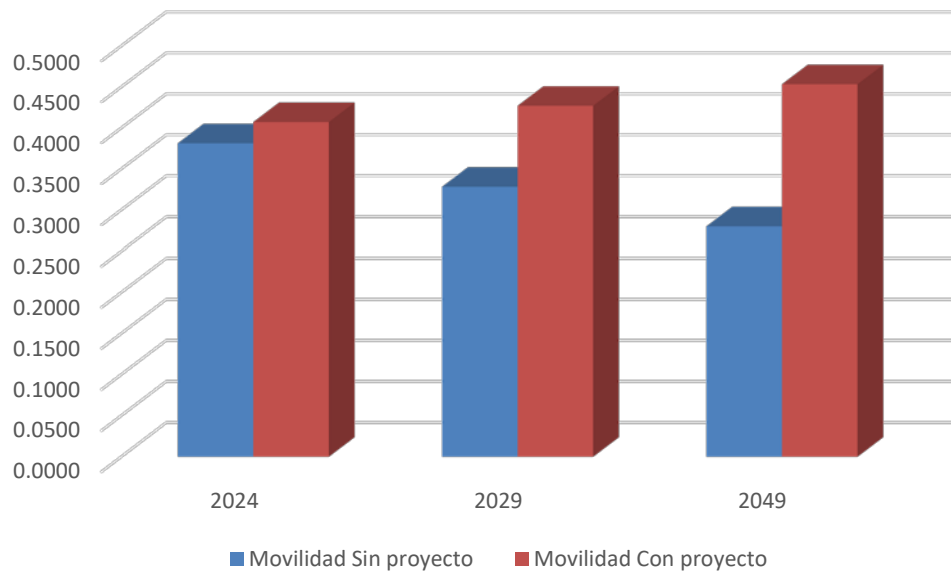


Fuente: SECIRA, 2019.

#### VII.2.5. Factor Ambiental Movilidad.

Las actividades humanas han producido una fuerte modificación del hábitat, su fragmentación y la conversión en el uso del suelo de planicies y las laderas altas, que permiten que el hábitat más conservado y en estadios clímax y paraclímax, se concentre en las partes altas de las geoformas del SAR, donde la inclusión del proyecto, no tendrá ningún tipo de interacción. El impacto acumulativo producido por la incorporación del Proyecto, produce una mejora de la calidad ambiental, en las etapas iniciales del proyecto y posteriormente tenderá a una estabilidad hasta alcanzar las condiciones identificadas para la Modelación “Sin proyecto”, cuyos valores representan el 1.8%, 4.9% y 6.1%, mostrando una oscilación en el comportamiento de este factor. El impacto acumulativo para el factor movilidad es del 12.8% y con una tasa anual de variación de su calidad favorable del 0.428 anual, todos con valores positivos; como se mencionaba, tiene su mayor afectación durante la etapa de construcción del proyecto, lo cual hace necesario que las medidas de mitigación sean efectivas en ese momento. La brecha ambiental entre la modelación sin proyecto y con proyecto muestra un valor positivo de 0.076, lo cual es evidencia de la tendencia que existe sobre la movilidad y a pesar de una mejora en la comunicación, invariablemente, se producirá una mayor presencia humana y presión adicional sobre los mismos recursos.

**Gráfica VII. 10.** Escenario a 30 años e Impacto Acumulativo de la Movilidad, con la integración del Proyecto Modernización del Camino.



Fuente: SECIRA, 2019.

### VII.3. Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación.

A partir de la Aplicación de la metodología de Bojórquez Tapia (1998), se hace la valoración del escenario ambiental con la incorporación del proyecto y las medidas de mitigación. Los resultados obtenidos para el Proyecto “Modernización del Camino”, se muestran en la siguiente tabla.

**Tabla VII. 22.** Ponderación de Impactos del “Modernización del Camino”, de acuerdo con la metodología de Bojórquez Tapia (1998).

Factor ambiental	Actividad del proyecto	Mag	Esp	Dur	Sin	Acu	Cont	MM	Índice Básico	Índice complementario	Importancia del Impacto	Significancia del Impacto		
i	j	Mij	Eij	Dij	Sij	Aij	Cij	Tij	MEDij	SACij	Iij	Categoría	Gij	Categoría
<b>Vegetación</b>	Desmante del terreno	2	2	3	3	3	4	6	0.26	0.37	0.43	Moderado	0.14	Bajo
<b>Suelo</b>	Nivelación y compactación	2	2	5	3	3	2	4	0.33	0.30	0.46	Moderado	0.26	Moderado
<b>Geomorfología</b>	Cortes y excavaciones	2	2	5	3	3	2	4	0.33	0.30	0.46	Moderado	0.26	Moderado
<b>Calidad del aire</b>	Movimiento de tierras	2	2	2	1	1	1	6	0.22	0.11	0.26	Moderado	0.09	Bajo
<b>Hidrología</b>	Colocar carpeta asfáltica	2	1	6	3	2	1	6	0.33	0.22	0.43	Moderado	0.14	Bajo

Fuente: SECIRA, 2019.

A partir del análisis del comportamiento futuro y considerando las actividades relevantes del proyecto, se tienen cuatro actividades del proyecto, dos produciendo un impacto muy alto, correspondiendo al Desmante del terreno (0.43) y Nivelación y compactación (0.46) que se refiere al cambio en la calidad de los atributos físicos del material geológico, suelo y vegetación de manera directa e indirectamente afectaciones a la fauna y calidad del aire; las dos actividades restantes generan un impacto moderado siendo el movimiento de tierras con 0.26 donde se verá afectado la calidad del aire y el paisaje, y la colocación de la carpeta asfáltica que se tendrá que integrar durante la modernización del camino con un valor de 0.43. Al discutir la actividad de desmante del terreno se concluye que tiene una significancia del impacto ambiental de categoría baja. Por lo cual se tiene un impacto residual con una ponderación de 0.14 (Impacto Residual Bajo). Al discutir la actividad de Nivelación y compactación (0.46 Impacto Moderado), se concluye que es un impacto benéfico irreversible, no mitigable y de alta magnitud e importancia; en ese sentido se debe destacar que la actividad misma funciona como una relevante medida de mitigación, por lo cual se tiene un valor del impacto residual con una ponderación de 0.26 (Impacto Residual moderado), resaltando la necesidad de que existan de manera insoslayable, las actividades de reforestación en las partes adyacentes y las prácticas para controlar la erosión del suelo y, simultáneamente propiciar la recarga hidrológica, como son la incorporación de las zanjas ciegas en las laderas, propuestas en las medidas de mitigación. Por otra parte, el movimiento de tierras (0.26 Impacto Moderado) produce en la calidad del aire un efecto negativo al movilizar materiales y residuos de obra, necesarios para atender el proyecto de mejoramiento del camino en el corredor regional favoreciendo la dinámica y movilidad social; es un impacto temporal, reversible, mitigable y de baja magnitud e importancia; tiene medidas de mitigación directa, pero se contemplan las medidas de compensación como es la cubierta de materiales durante su transporte, lo cual genera una ponderación de 0.09 (Impacto Residual Bajo).

En relación a la colocación de carpeta asfáltica (0.43 Impacto Moderado), asociada a las afectaciones de modificación del relieve y del paisaje, generación de gases de combustión, aeropartículas y ruidos, por el uso de equipos y maquinaria pesada, se habrá de observar una generación de un impacto ambiental moderado, los cuales al aplicar los programas de mantenimiento preventivo y correctivo sobre la maquinaria, equipo pesado y vehículos utilizados, gestión integral de residuos municipales, peligrosos y especiales, capacitación ambiental a los trabajadores, entre otras medidas mencionadas anteriormente, incidirán de manera positiva en la disminución tanto en la cantidad como en la composición de este tipo de emisiones, alcanzado un valor de 0.09, considerado dentro de la categoría de Impacto Residual Bajo; durante la operación y de acuerdo a la dinámica ecológica, estos efectos son moderados, lo cual permite predecir el restablecimiento total de la calidad ambiental, con un impacto residual prácticamente nulo. Los impactos residuales considerados como altos corresponden a aquellas actividades que modifican de forma permanente e irreversible los atributos del área, en este caso la eliminación reducida de la vegetación por el desmonte, despalle del suelo y modificación de la geomorfología, actividades esenciales para el desarrollo del proyecto; por otra parte, el desmonte de la vegetación, es una actividad responsable de los impactos residuales moderados, donde las medidas de mitigación señaladas atienden tales efectos negativos, y por lo tanto se tornan imprescindibles en su realización e integración a las actividades constructivas. Los valores de impacto residual bajo corresponden al movimiento de materiales y colocación de la carpeta asfáltica, actividades que acompañan a toda la vida del proyecto incluso en su operación y mantenimiento. La siguiente tabla muestra el mejoramiento, en porcentaje, del impacto generado por las medidas de mitigación y compensación aplicadas en las cinco actividades del proyecto analizadas previamente, donde se concluye que los principales factores ambientales atendidos son la vegetación, suelo, hidrología y movilidad regional, pero que los que reciben los efectos más positivos corresponden a los atributos ambientales de la calidad del aire, debido principalmente a los efectos indirectos de la integración de vegetación en las partes adyacentes dentro del SAR y la incorporación de los programas de gestión de residuos sólidos, aguas residuales, así como la incorporación de la capacitación ambiental a los trabajadores y pobladores locales, quienes serán agentes estratégicos para el desarrollo de las actividades de mejoramiento ambiental y de conservación de la diversidad biológica. La integración de zanjas ciegas en laderas bajas, pueden servir de sitios de concentración de la fauna silvestre, además de ofrecer efectos positivos en el suelo, hidrología y comunidades vegetales, principalmente. Por último, la Modernización del Camino está asociada a la modificación permanente del paisaje y la alteración de los atributos asociados, como vegetación, suelo, hidrología y hábitat, es un impacto que tiene una mejoría al integrar las acciones recomendadas, las cuales atenúan en un 53% los impactos ambientales generados, quedando un promedio de 47% de impactos residuales, siendo el desmonte de la cobertura vegetal la actividad que tienen la mayor relevancia.

**Tabla VII. 23.** Análisis de los Impactos directos y residuales de la Modernización del Camino.

FACTOR AMBIENTAL	ACTIVIDAD DEL PROYECTO	JERARQUÍA DEL IMPACTO DIRECTO	% DEL IMPACTO RESIDUAL	MEJORAMIENTO CON MEDIDA DE MITIGACIÓN	JERARQUÍA DEL IMPACTO RESIDUAL
Vegetación	Desmonte	0.43	0.28	66.7	Bajo
Suelo	Nivelación y compactación	0.46	0.21	44.4	Moderado
Geomorfología	Cortes y excavaciones	0.46	0.21	44.4	Moderado
Calidad del aire	Movimiento de tierras	0.26	0.18	66.7	Bajo
Hidrología	Colocar carpeta asfáltica	0.43	0.28	66.7	Bajo

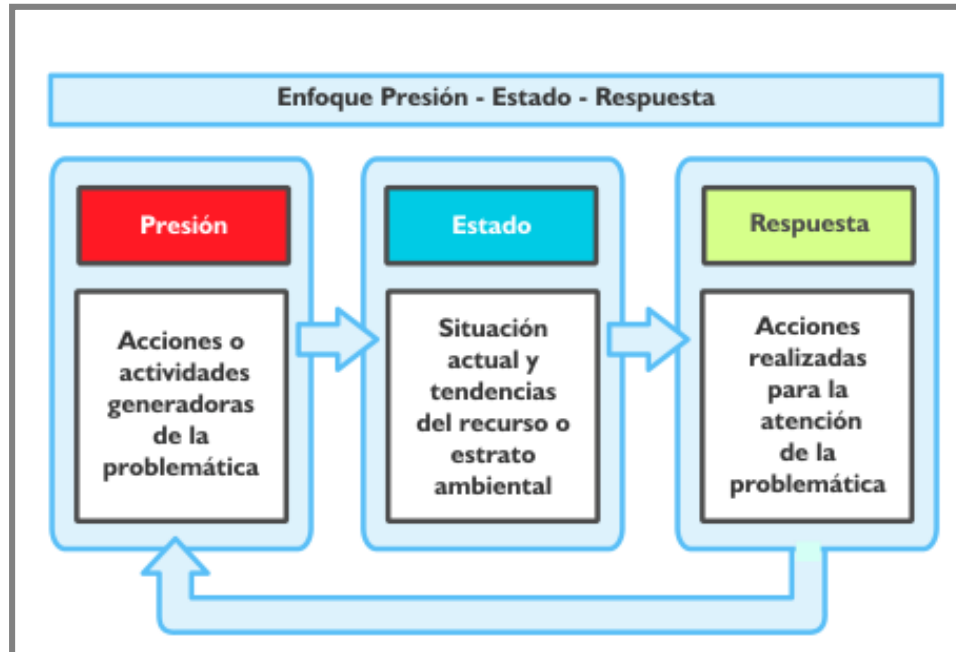
Fuente: SECIRA, 2019.

#### **VII.4. Pronostico Ambiental.**

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 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 para 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 categoriza o clasifica 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 de los recursos naturales; la sociedad responde a tales transformaciones con políticas generales y sectoriales (ambientales y socioeconómicas), las cuales afectan y se retroalimentan de las presiones de las actividades humanas. Aplicando este esquema, se tiene que las actividades del proyecto ejercen presión (P) sobre los componentes ambientales del Área de Estudio generando un impacto sobre cada uno de ellos, es decir el estado y se responde a estos impactos a través de la aplicación de las medidas de mitigación, restauración y compensación. 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) como en el sistema biótico (vegetación y fauna).

A continuación, 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:

Imagen VII. 16. Esquema PER – Indicadores de Calidad Ambiental.



Fuente: Indicadores de desempeño ambiental. SEMARNAT.2005.

El desarrollo de las actividades productivas y de aprovechamiento y consumo en la región eventualmente ejerce presión sobre los recursos naturales y ecosistemas. El proyecto implica una modificación del paisaje y de la geomorfología al introducir en el ambiente elementos que contrastan con el entorno natural; cabe señalar que dicho contraste es sólo parcial, pues ya existen elementos de la infraestructura regional, reflejados en el camino de terracería ya existente en el sitio del Proyecto. No obstante, se prevé que las condiciones generales del sitio (actualmente con un grado importante de perturbación) y de las áreas circundantes mejoren en cuanto a sus características y en la función ambiental que desempeñan mediante la aplicación de las medidas de mitigación consideradas, que representará un impacto de alcance más allá del ámbito local.

El Proyecto tendrá un impacto en contribuir al desarrollo de los sectores económicos y del componente sociocultural, sin dejar a un lado la importancia del proyecto que radica en la seguridad de los usuarios. El proyecto considera la aplicación de las medidas de mitigación respectivas para contrarrestar el efecto de los impactos ambientales adversos que serán generados.

### VII.5. Evaluación de alternativas.

El proyecto Modernización del Camino, corresponde a una propuesta de solución a la movilidad que se vive en el corredor regional, que afecta a las poblaciones de las localidades y municipios cercanos, así como las actividades productivas, donde se debe mencionar que su concepción está fundamentada como la mejor alternativa, dado que se evaluaron otras posibilidades de este proyecto en el estudio de prefactibilidad. A partir de la aplicación de las diferentes técnicas de evaluación de impactos ambientales, para pronosticar los escenarios futuros y que sus afectaciones negativas las cuales estarán sobre las comunidades vegetales, geomorfología y suelo, mientras que las afectaciones positivas estarán en la movilidad, sociedad y economía, principalmente. En este sentido destaca que esta propuesta para la Modernización del Camino, genera una mejora significativa y una respuesta importante a los niveles de movilidad regional, otorgando mejor

condición de desplazamiento y seguridad a los vehículos de pasajeros, de carga y particular que utilizan el corredor regional, ya que permitirá que la movilidad pueda ser más segura, a fin de contener los efectos negativos de mayor tiempo y consumo de combustible que se vive en esta vialidad. Cabe destacar que la posibilidad de que las poblaciones humanas, tendrán un efecto significativo en la movilidad, ya que la problemática actual presenta importante demanda de tiempo de traslado para la población asentada en estos importantes núcleos poblacionales. El proyecto tiene el objetivo primordial de atender una problemática de movilidad, que tienen los principales asentamientos humanos en esta región del Estado, con la encomienda de no provocar afectaciones a los pobladores cercanos al área del proyecto y sus recursos naturales, que puedan repercutir en incrementos de los costos ambientales, sociales y económicos. En conclusión, después de la modelación de dos escenarios “si Proyecto” y “con Proyecto”, aunado a la evaluación de la efectividad de las medidas de mitigación, se concluye que la presente propuesta diseñada y evaluada, se convierte en la mejor alternativa ambiental, social y económica.

## VII.6. Conclusiones.

El proyecto a que se refiere la presente Manifestación de Impacto Ambiental corresponde a una Modernización de un camino de terracería existente, la cual requerirá una reducida superficie de cambio de uso de suelo, donde se ha llegado a las siguientes conclusiones:

### I. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA

Con la intención de obtener las principales justificaciones técnicas, el establecimiento del proyecto demuestra que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión significativa de los suelos ni el deterioro de la calidad del agua o su captación y por el contrario es un elemento necesario para favorecer la movilidad en este camino de terracería; a continuación, se presenta el análisis de los resultados que tiene como objetivo aportar los elementos y argumentos técnicos que permitan obtener la autorización de la autoridad ambiental, como resultado final del procedimiento de evaluación del presente estudio.

### **NO SE COMPROMETE LA BIODIVERSIDAD.**

Considerando la naturaleza del proyecto que se propone realizar en el área de interés, se prevé que, en caso de autorizarse, podrían registrarse afectaciones parciales a las comunidades vegetales y fauna silvestre establecida en este espacio geográfico; por lo expuesto y, sin embargo, este proyecto asegurar que no se compromete a la biodiversidad, por lo que en primera instancia se tienen las siguientes precisiones:

El concepto de “*comprometer a la biodiversidad*” se integra por dos palabras, el verbo comprometer y el sustantivo biodiversidad; el primero es difuso. Semánticamente se entiende por comprometer: || 2. Exponer o poner a riesgo a alguien o algo en una acción o caso aventurado. || 4. Prnl. Contraer un compromiso. (RAE, 2001). En tal acepción, cabe anticipar que comprometer a la biodiversidad significa ponerla en riesgo; pero, cabe preguntar ¿cómo se pone en riesgo a la biodiversidad?, para responder a esta pregunta es importante definir al sustantivo y para ello CONABIO ofrece la siguiente descripción: “*La biodiversidad o diversidad biológica es la variedad de la vida. Este concepto incluye varios niveles de la organización biológica. Abarca a la diversidad de especies de plantas, animales, hongos y microorganismos que viven en un espacio determinado, a su variabilidad genética, a los ecosistemas de los cuales forman parte estas especies y a los paisajes o regiones donde se ubican los ecosistemas. También incluye los procesos ecológicos y evolutivos que se dan a*



*nivel de genes, especies, ecosistemas y paisajes*”, consecuentemente poner en riesgo o comprometer a la biodiversidad de una región determinada implica alterar de manera irreversible a la organización biológica de un bioma, alterando su variabilidad genética y ecosistémica, así como los paisajes y procesos ecológicos y evolutivos que se dan a nivel de los genes. En cada uno de los niveles, desde genes hasta paisaje o región, podemos reconocer tres atributos: composición, estructura y función. La composición es la identidad y variedad de los elementos (incluye qué especies están presentes y cuántas existen), la estructura es la organización física o el patrón del sistema (incluye abundancia relativa de las especies, abundancia relativa de los ecosistemas, grado de conectividad, etc.) y la función son los procesos ecológicos y evolutivos (incluye a la depredación, competencia, parasitismo, dispersión, polinización, simbiosis, ciclo de nutrientes, perturbaciones naturales, etc.).

Con base en estas precisiones, para que se *“comprometa a la biodiversidad”* debe ponerse en riesgo la viabilidad de las especies, su variabilidad genética, la integridad y funcionalidad de los ecosistemas, de los paisajes y de las regiones y de los procesos ecológicos y evolutivos. Para avanzar en este análisis es importante destacar al concepto **especie** el cual es definido por la fracción VIII del Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre (LGVS) como:

*“La unidad básica de clasificación taxonómica, formada por un conjunto de individuos que son capaces de reproducirse entre sí y generar descendencia fértil, que comparten rasgos morfológicos, fisiológicos y conductuales”.*

Esta definición establece la diferencia entre especie e individuo, la especie es un conjunto de individuos (población) y, consecuentemente un individuo no es una especie, es miembro de una especie. En tal sentido, para afectar a una especie (recibir un efecto negativo que comprometa su viabilidad, habría que ocasionar alguno o varios de los siguientes supuestos:

- \* Eliminar un determinado número de individuos de una especie (subpoblación), en cantidad y forma tal que se incida sobre su equilibrio poblacional, lo que equivale a considerar que se pudiera incidir sobre su crecimiento poblacional considerando que, el crecimiento poblacional es el cambio de la población con respecto al tiempo, debido a la interacción entre el potencial biótico y la resistencia ambiental. Este último proceso se puede considerar como un sistema con una retroalimentación negativa que tiende a mantener la población en un cierto tipo de equilibrio.

Por ello, cuando la afectación a la especie se traduce en el desequilibrio de la población, entonces y solo entonces puede *“ponerse en riesgo o comprometerse a la biodiversidad”* ya que se rompería uno de los eslabones de la trama que sustenta la integridad y funcionalidad del ecosistema, lo que propiciaría registrar alteraciones que se irían evidenciando en los patrones de la biodiversidad del área respectiva.

- \* Incidir sobre poblaciones de especies en estatus de riesgo. Es lógico suponer que el efecto negativo sobre los índices de equilibrio, de las poblaciones de especies en riesgo podrán acelerar procesos que *“comprometan a la biodiversidad”*, toda vez que el hecho de que la viabilidad de una especie se encuentre en riesgo ya denota un desequilibrio de su población, mismo que podría acelerarse con una afectación adicional.
- \* Propiciar afectaciones sobre las poblaciones que incidan, de manera negativa, sobre su potencial reproductivo, bien sea por alteraciones en su genoma o por reducir las tasas de reclutamiento a niveles que no logren compensar las pérdidas naturales (mortalidad).

- \* Favorecer la alteración de la estructura abiótica de los ecosistemas con efecto en el sostenimiento de las condiciones ecofisiológicas que mantienen las condiciones actuales de la Biota.

Al respecto, el Artículo 58 hace referencia a las diferentes categorías de riesgo para las especies cuyo equilibrio poblacional se encuentre alterado. De las tres categorías que define este precepto, resulta evidente que las especies con estatus de riesgo “*en peligro de extinción*” evidencian una mayor vulnerabilidad, consecuentemente, en cualquier esfuerzo de aprovechamiento de recursos naturales que directa o indirectamente incidan sobre la conservación de ese tipo de especies deben centrarse los objetivos más consistentes para preservarlas. Al respecto, en el espacio cuyo uso de suelo será modificado por la remoción de vegetación, no se encontraron ninguna de las especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, esta misma aseveración se presenta para la fauna.

Por todo lo tanto, se concluye que el proyecto, expresada en la permanencia de las especies de flora a intervenir no compromete la biodiversidad debido a que el proyecto contempla la remoción y reubicación de individuos, no así de poblaciones o comunidades completas, y que además se ofrecen alternativas para el manejo y resguardo de estos mediante su reubicación. Así, considerando que la remoción de vegetación forestal trae consigo algunos impactos de carácter negativo, temporales, puntuales, reversibles y de baja magnitud e importancia, sobre el agua, suelo, la flora y la fauna, por lo que se plantea una superficie similar a la afectada por el cambio de uso de suelo para realizar obras de conservación de suelo y un programa de reforestación. Asimismo, previo a ejecutar el cambio de uso de suelo se llevará a cabo un Programa de Rescate y Reubicación de Flora, cuyo propósito es rescatar y reubicar los individuos susceptibles de rescate, para garantizar la permanencia de ejemplares que pudieran ser afectados directamente con la remoción.

Para el caso de la Fauna y de acuerdo con los índices de diversidad evaluados, la avifauna es la que presenta una mayor diversidad (I. Shannon) en el SA como unidad de análisis. Por otro lado, como se puede observar en el área del proyecto no se determinaron dichos índices debido a que no se registran la misma cantidad de especies. La avifauna generalmente resultará el taxón más diverso, y mayormente representado debido a su amplia capacidad de dispersión que poseen las especies y su plasticidad en lo referente a fuentes tróficas.

#### **NO SE PROVOCARÁ LA EROSIÓN DE LOS SUELOS.**

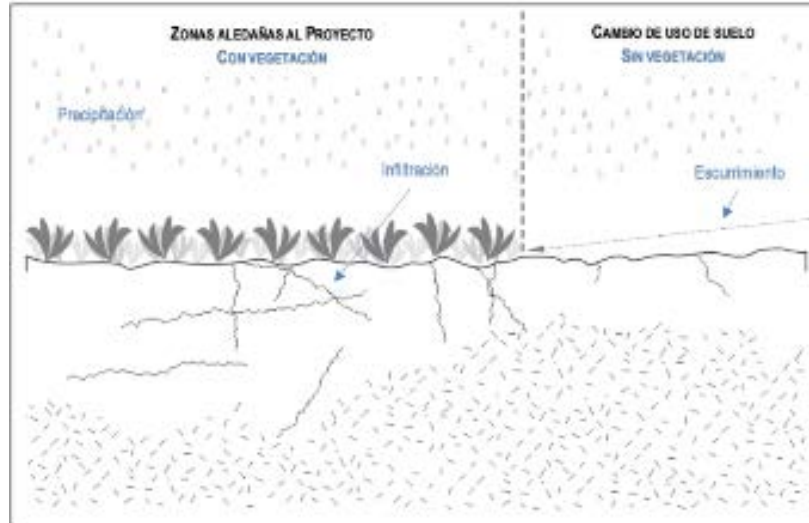
La remoción de la vegetación en el área del proyecto implicará dejar el suelo desnudo como parte del proceso de preparación del sitio dentro del derecho de vía, propiciando un suelo susceptible a este tipo de degradación (al menos por el periodo que dure el cambio en las superficies propuestas). Por lo que la erosión potencialmente provocada será **nula**.

#### **DEMOSTRAR QUE NO SE PROVOCARÁ EL DETERIORO DE LA CALIDAD DEL AGUA O LA DISMINUCIÓN EN SU CAPTACIÓN.**

##### ✓ **Captación de Agua In-situ.**

La propia naturaleza del proyecto evita que se lleve a cabo una pérdida de infiltración in-situ, ya que como se mencionó anteriormente el objetivo es una modernización del camino; la estructura de esta es relativamente pequeña a comparación del hábitat que lo rodea, por lo que el agua que se precipita en esa zona seguirá conservándose en el mismo sitio. Así mismo, se destaca que las condiciones físicas de las zonas, tipo de suelo, clima y precipitación contribuyen a la retención de esta. Por la que se reitera, el agua que se escurrirá no se perderá, debido a que el agua que cae en las áreas sin vegetación se infiltrará en las zonas aledañas al proyecto.

**Imagen VII. 17.** Esquema de infiltración del agua



Fuente: SECIRA, 2019.

Por otro lado, se menciona que las medidas contra impactos propuestas como lo es el programa de reforestación y la reubicación de individuos, así como las obras de conservación como la elaboración de terrazas individuales, que lleva consigo ventajas como es la retención de agua y azolve.

Finalmente, con la intención de presentar los elementos que justifiquen que con el proyecto propuesto no existirá una disminución en la cantidad de agua, así como en su calidad, a continuación, se presenta una serie de elementos que permiten desahogar el criterio de excepción relativo al recurso hídrico:

1. El proyecto propone como medidas de mitigación, la restauración, donde se realizará obras de conservación de suelos, lo que reducirá el escurrimiento y aumentará el agua que ingresa al sistema.
2. Se proponen medidas de captación que garantizan la interceptación de agua de lluvia y por tanto la disminución del escurrimiento.

Finalmente, y teniendo como fundamento lo anteriormente descrito, el proyecto se puede juzgar, con una alta certidumbre, **AMBIENTALMENTE FACTIBLE**, en el entendido que la factibilidad está estrechamente sujeta al cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación y compensación, así como de la supervisión y vigilancia ambiental, que asegure su implementación y eficiencia.

---

<b>CAPÍTULO VIII IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL</b>	<b>2</b>
<b>VIII.1 FORMATOS DE PRESENTACIÓN, PLANOS DE LOCALIZACIÓN, FOTOGRAFÍAS Y VIDEOS.</b>	<b>2</b>
VIII.1.1. Planos definitivos.	2
VIII.1.2. Fotografías.	2
VIII.1.3 Videos.	2
VIII.1.4 Listas de Flora y Fauna.	2
<b>VIII.2. OTROS ANEXOS</b>	<b>2</b>
Glosario de términos.	3

## CAPÍTULO VIII IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

### VIII.1 FORMATOS DE PRESENTACIÓN, PLANOS DE LOCALIZACIÓN, FOTOGRAFÍAS Y VIDEOS.

De acuerdo al artículo Número 19 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental, se entregó cuatro ejemplares de la Manifestación de Impacto Ambiental, de los cuales uno será utilizado para consulta pública (se entregará un ejemplar impreso y tres discos magnéticos). Así mismo se integró un Resumen de la Manifestación de Impacto Ambiental no excediendo las 20 cuartillas solicitadas.

#### VIII.1.1. Planos definitivos.

Se entrega la cartografía desarrollada para el proyecto, los cuales contienen: el título; los nombres y firmas de quien los elaboró, la fecha de elaboración; la nomenclatura y simbología explicadas; coordenadas geográficas, la escala gráfica y numérica y la orientación. A una escala que permite apreciar los detalles del proyecto.

#### VIII.1.2. Fotografías.

En los anexos se presentan las fotografías solicitadas.

#### VIII.1.3 Videos.

Para el presente proyecto no se incluye ningún tipo de video.

#### VIII.1.4 Listas de Flora y Fauna.

En los anexos se muestran los catálogos de flora y fauna del Sistema Ambiental Regional

### VIII.2. OTROS ANEXOS

- Identificación y Currículo del Biol. Julio Alejandro Sánchez Mayen (Responsable Técnico).
- Formatos de flora y fauna del proyecto

## Glosario de términos.

- **Área agropecuaria:** Terreno que se utiliza para la producción agrícola o la cría de ganado, el cual ha perdido la vegetación original por las propias actividades antropogénicas.
- **Área industrial, de equipamiento urbano o de servicios:** Terreno urbano o aledaño a un área urbana, donde se asientan un conjunto de inmuebles, instalaciones, construcciones y mobiliario utilizado para prestar a la población los servicios urbanos y desarrollar las actividades económicas.
- **Área de maniobras:** Área que se utiliza para el prearmado, montaje y vestidura de estructuras de soporte cuyas dimensiones están en función del tipo de estructura a utilizar.
- **Área rural:** Zona con núcleos de población frecuentemente dispersos menores a 5,000 habitantes. Generalmente, en estas áreas predominan las actividades agropecuarias.
- **Área urbana:** Zona caracterizada por presentar asentamientos humanos concentrados de más de 15,000 habitantes. En estas áreas se asientan la administración pública, el comercio organizado y la industria y presenta alguno de los siguientes servicios: drenaje, energía eléctrica y red de agua potable.
- **Beneficioso o perjudicial:** Positivo o negativo.
- **Biodiversidad:** Es la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otros, los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas.
- **Cambio de uso de suelo:** Modificación de la vocación natural o predominante de los terrenos, llevada a cabo por el hombre a través de la remoción total o parcial de la vegetación.
- **Componentes ambientales críticos:** Serán definidos de acuerdo con los siguientes criterios: fragilidad, vulnerabilidad, importancia en la estructura y función del sistema, presencia de especies de flora, fauna y otros recursos naturales considerados en alguna categoría de protección, así como aquellos elementos de importancia desde el punto de vista cultural, religioso y social.
- **Componentes ambientales relevantes:** Se determinarán sobre la base de la importancia que tienen en el equilibrio y mantenimiento del sistema, así como por las interacciones proyecto-ambiente previstas.
- **Daño ambiental:** Es el que ocurre sobre algún elemento ambiental a consecuencia de un impacto ambiental adverso.
- **Daño a los ecosistemas:** Es el resultado de uno o más impactos ambientales sobre uno o varios elementos ambientales o procesos del ecosistema que desencadenan un desequilibrio ecológico.
- **Daño grave al ecosistema:** Es aquel que propicia la pérdida de uno o varios elementos ambientales, que afecta la estructura o función, o que modifica las tendencias evolutivas o sucesionales del ecosistema.
- **Desequilibrio ecológico grave:** Alteración significativa de las condiciones ambientales en las que se prevén impactos acumulativos, sinérgicos y residuales que ocasionarían la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.
- **Duración:** El tiempo de duración del impacto; por ejemplo, permanente o temporal.
- **Especies de difícil regeneración:** Las especies vulnerables a la extinción biológica por la especificidad de sus requerimientos de hábitat y de las condiciones para su reproducción.
- **Impacto ambiental:** Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.
- **Impacto ambiental acumulativo:** El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.
- **Impacto ambiental residual:** El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.
- **Impacto ambiental significativo o relevante:** Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud,

obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.

- **Impacto ambiental sinérgico:** Aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.
- **Importancia:** Indica qué tan significativo es el efecto del impacto en el ambiente. Para ello se considera lo siguiente:
  - a) La condición en que se encuentran el o los elementos o componentes ambientales que se verán afectados.
  - b) La relevancia de la o las funciones afectadas en el sistema ambiental.
  - c) La calidad ambiental del sitio, la incidencia del impacto en los procesos de deterioro.
  - d) La capacidad ambiental expresada como el potencial de asimilación del impacto y la de regeneración o autorregulación del sistema.
  - e) El grado de concordancia con los usos del suelo y/o de los recursos naturales actuales y proyectados.
- **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.
- **Magnitud:** Extensión del impacto con respecto al área de influencia a través del tiempo, expresada en términos cuantitativos.
- **Medidas de compensación:** Conjunto de acciones que tienen como fin el compensar el deterioro ambiental ocasionado por los impactos ambientales asociados a un proyecto, ayudando así a restablecer las condiciones ambientales que existían antes de la realización de las actividades del proyecto.
- **Medidas de prevención:** Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente.
- **Medidas de mitigación:** Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar el impacto ambiental y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.
- **Naturaleza del impacto:** Se refiere al efecto benéfico o adverso de la acción sobre el ambiente.
- **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.
- **Sistema ambiental:** Es la interacción entre el ecosistema (componentes abióticos y bióticos) y el subsistema socioeconómico (incluidos los aspectos culturales) de la región donde se pretende establecer el proyecto.
- **Urgencia de aplicación de medidas de mitigación:** Rapidez e importancia de las medidas correctivas para mitigar el impacto, considerando como criterios si el impacto sobrepasa umbrales o la relevancia de la pérdida ambiental, principalmente cuando afecta las estructuras o funciones críticas.
- **Vegetación natural:** Conjunto de elementos arbóreos, arbustivos y herbáceos presentes en el área por afectar por las obras de infraestructura eléctrica y sus asociadas.