



# 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. \_\_\_\_\_ 8

**I.2. DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE \_\_\_\_\_ 9**

I.2.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL. \_\_\_\_\_ 9

I.2.2 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES DEL PROMOVENTE. \_\_\_\_\_ 9

I.2.3 NOMBRE Y CARGO DEL REPRESENTANTE LEGAL. EN SU CASO, ANEXAR COPIA CERTIFICADA DEL PODER CORRESPONDIENTE. \_\_\_\_\_ 9

I.2.4 DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE O DE SU REPRESENTANTE LEGAL PARA RECIBIR U OÍR NOTIFICACIONES. \_\_\_\_\_ 9

I.2.5 NOMBRE DEL CONSULTOR QUE ELABORÓ EL ESTUDIO. \_\_\_\_\_ 11

I.2.6. Dirección del responsable técnico del estudio. \_\_\_\_\_ 11

**INDICE DE TABLAS**

Tabla I. 1. Coordenadas del proyecto.....6

Tabla I. 2 Datos del Responsable Técnico..... 11

**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, CDMX .....10

Imagen I. 5. Centro SCT Guerrero .....10

**INDICE DE FOTOGRAFÍAS**

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

Fotografía I. 2. Final del proyecto.....8

## 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: "GUADALUPE VICTORIA - SAN ANTONIO OCOTLÁN - E.C. (SAN PEDRO AMUZGOS - CACAHUATEPEC) - RAMAL A SAN PEDRO AMUZGOS, TRAMO DEL KM. 0+000 AL KM. 9+000, CON UNA META DE 9.0 KM.", UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.**

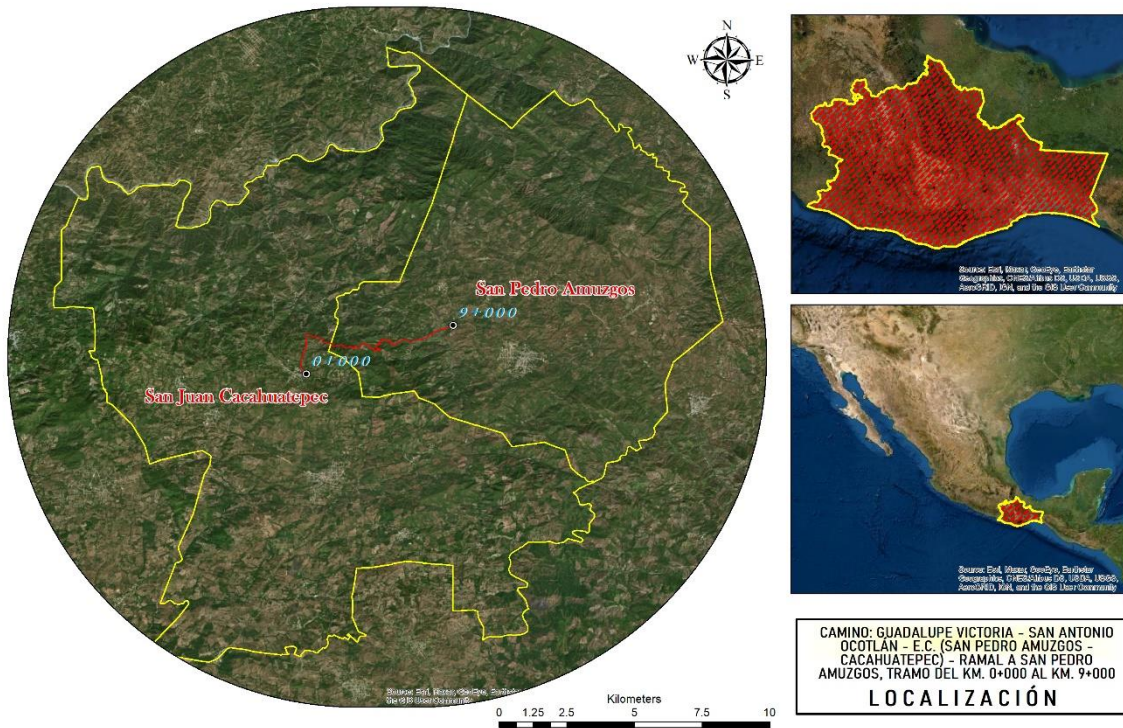
#### I.1.2 UBICACIÓN (DIRECCIÓN) DEL PROYECTO.

El proyecto: "GUADALUPE VICTORIA - SAN ANTONIO OCOTLÁN - E.C. (SAN PEDRO AMUZGOS - CACAHUATEPEC) - RAMAL A SAN PEDRO AMUZGOS, TRAMO DEL KM. 0+000 AL KM. 9+000, CON UNA META DE 9.0 KM.", como su nombre lo indica se desarrolla en el Estado de Oaxaca, del cual se menciona lo siguiente: el cual se ubica en la porción sureste de la República Mexicana, entre las coordenadas geográficas 15°39' y 18°42' de latitud norte, entre los 93°52' y 98°32' de longitud oeste. Limita al norte con Puebla y Veracruz, al sur con el océano Pacífico, al este con Chiapas y al oeste con el estado de Guerrero. Tiene una superficie de 95,364 km<sup>2</sup>, cifra que representa el 4.8 % del total del territorio de la República Mexicana. Así mismo el proyecto se localiza en los municipios de San Juan Cacahuatepec y San Pedro Amuzgos.

- El Municipio de San Juan Cacahuatepec, se localiza en las coordenadas 98°09'12" longitud oeste, 16°46' 44" latitud norte y a una altura de 400 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con el estado de Guerrero y San Pedro Amuzgos; al sur con Mártires de Tacubaya y San Sebastián Ixcapa; al oeste con el estado de Guerrero; al este con San Pedro Amuzgos y San Sebastián Ixcapa. Su distancia aproximada a la capital del estado es de 369 kilómetros. La superficie total del municipio es de 189.18 km<sup>2</sup>.
- El municipio de San Pedro Amuzgos Se localiza en la parte suroeste del estado, en las coordenadas 98°05' longitud oeste, 16°39' latitud norte y a una altura de 520 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con estado de Guerrero y Santa María Zacatepec; al sur con San Juan Cacahuatepec, San Sebastián Ixcapa; al poniente con estado de Guerrero y San Juan Cacahuatepec; al oriente con Santa María Ipalapa y Santa María Zacatepec. Su distancia aproximada a la capital del estado es de 444 kilómetros. La superficie total del municipio es de 117.85 km<sup>2</sup> y la superficie del municipio en relación con el estado es del 0.12%.

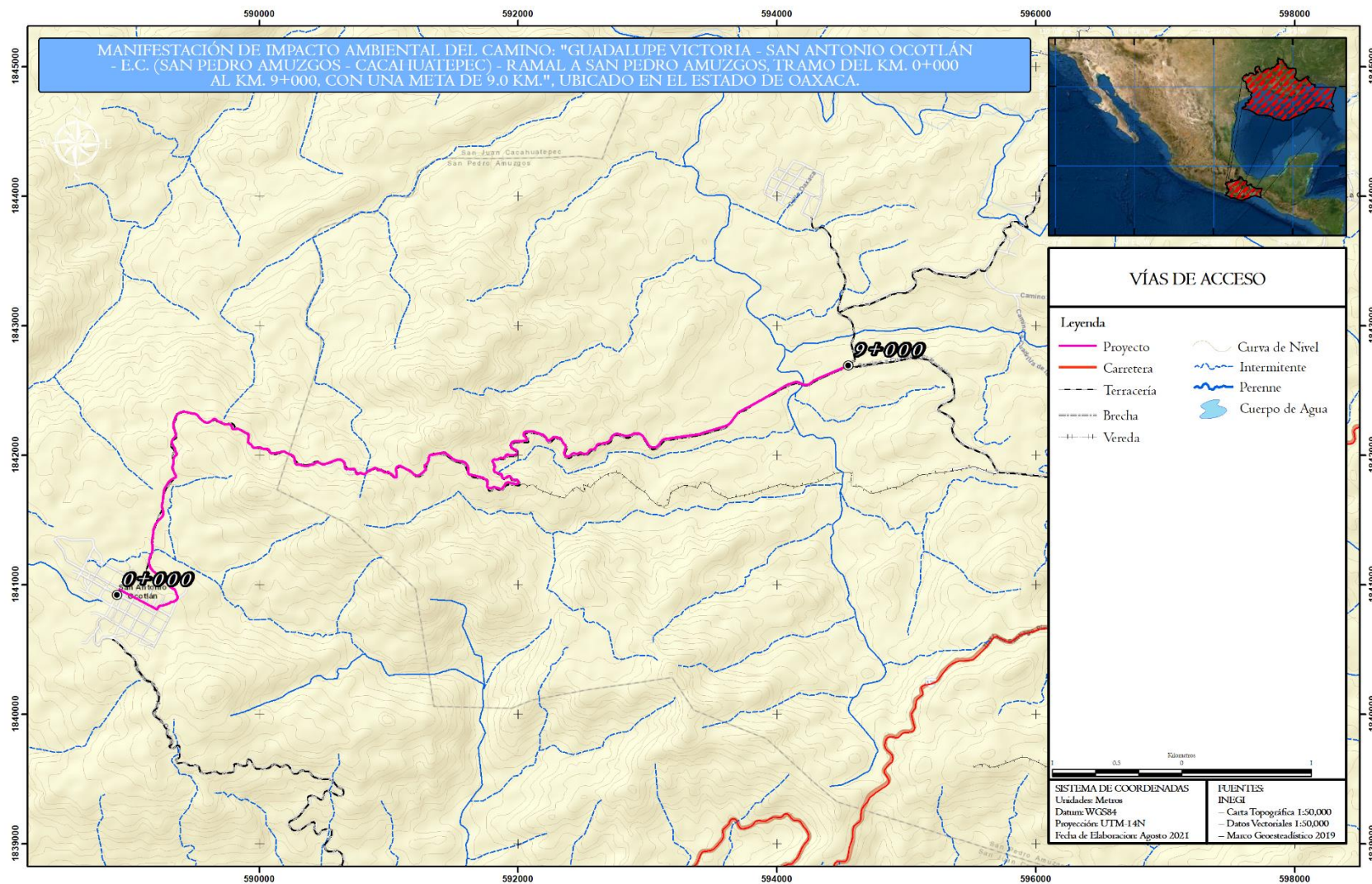
En las siguientes imágenes se muestra la localización del proyecto

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



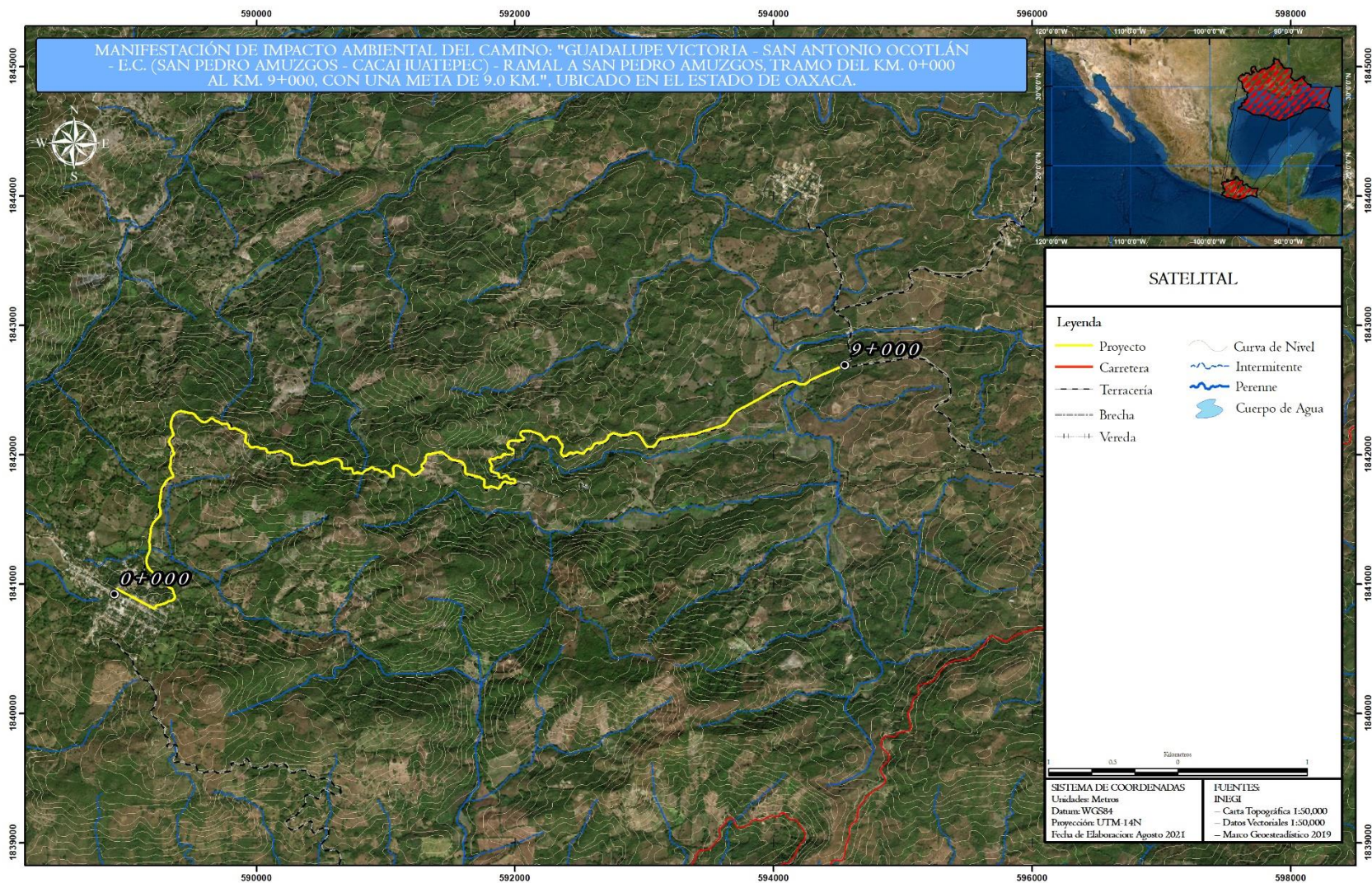
Fuente: SECIRA 2021

Imagen I. 2. Vías de acceso



Fuente: SECIRA 2021

Imagen I. 3. Vista Satelital del Proyecto



Fuente: SECIRA 2021

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 C, conforme a las especificaciones de la SCT, para concluir en un camino con un ancho de corona y calzada de 7.0 metros, en la siguiente tabla se muestran las coordenadas del camino calculadas con el Datum WGS85 zona 14N.

Tabla I. 1. Coordenadas del proyecto.

Cadenamiento	UTM		GEOGRÁFICAS	
	Este	Norte	Longitud	Latitud
0+000	588906	1840917	-98° 9' 58.755"	16° 38' 56.570"
0+500	589318	1840858	-98° 9' 44.844"	16° 38' 54.603"
1+000	589172	1841237	-98° 9' 49.715"	16° 39' 6.958"
1+500	589269	1841709	-98° 9' 46.382"	16° 39' 22.298"
2+000	589351	1842134	-98° 9' 43.550"	16° 39' 36.108"
2+500	589642	1842270	-98° 9' 33.708"	16° 39' 40.489"
3+000	590008	1842051	-98° 9' 21.384"	16° 39' 33.321"
3+500	590434	1841933	-98° 9' 7.032"	16° 39' 29.428"
4+000	590850	1841858	-98° 8' 53.001"	16° 39' 26.933"
4+500	591195	1841842	-98° 8' 41.346"	16° 39' 26.370"
5+000	591564	1841944	-98° 8' 28.889"	16° 39' 29.637"
5+500	591911	1841780	-98° 8' 17.189"	16° 39' 24.238"
6+000	591854	1842016	-98° 8' 19.061"	16° 39' 31.924"
6+500	592096	1842220	-98° 8' 10.872"	16° 39' 38.521"
7+000	592435	1842006	-98° 7' 59.468"	16° 39' 31.533"
7+500	592868	1842149	-98° 7' 44.823"	16° 39' 36.126"
8+000	593285	1842139	-98° 7' 30.759"	16° 39' 35.727"
8+500	593726	1842337	-98° 7' 15.827"	16° 39' 42.122"
9+000	594164	1842555	-98° 7' 1.020"	16° 39' 49.130"

Fuente: SECIRA 2021

El proyecto se desarrolla en una Sierra Alta compleja, el Uso de suelo y Vegetación, se conforma principalmente de vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia y pastizal cultivado, el proyecto se desarrolla en la Sierra madre del Sur, en la subprovincia de la Costa Sur. El proyecto busca conectar la localidad de Ocotlán en dirección a la localidad de San Pedro Amuzgos

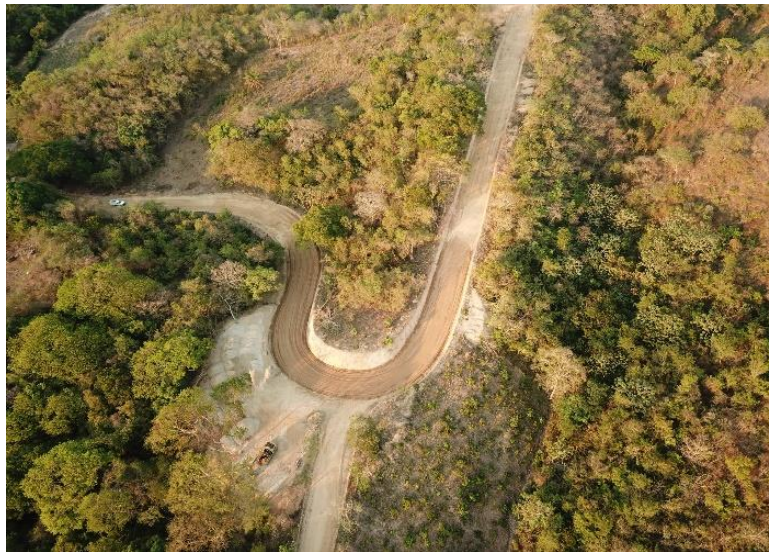
Fotografía I. 1. Inicio del proyecto



Fuente: SECIRA 2021



Fotografía I. 2. Final del proyecto



Fuente: SECIRA 2021

### 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 Oaxaca

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

[REDACTED]

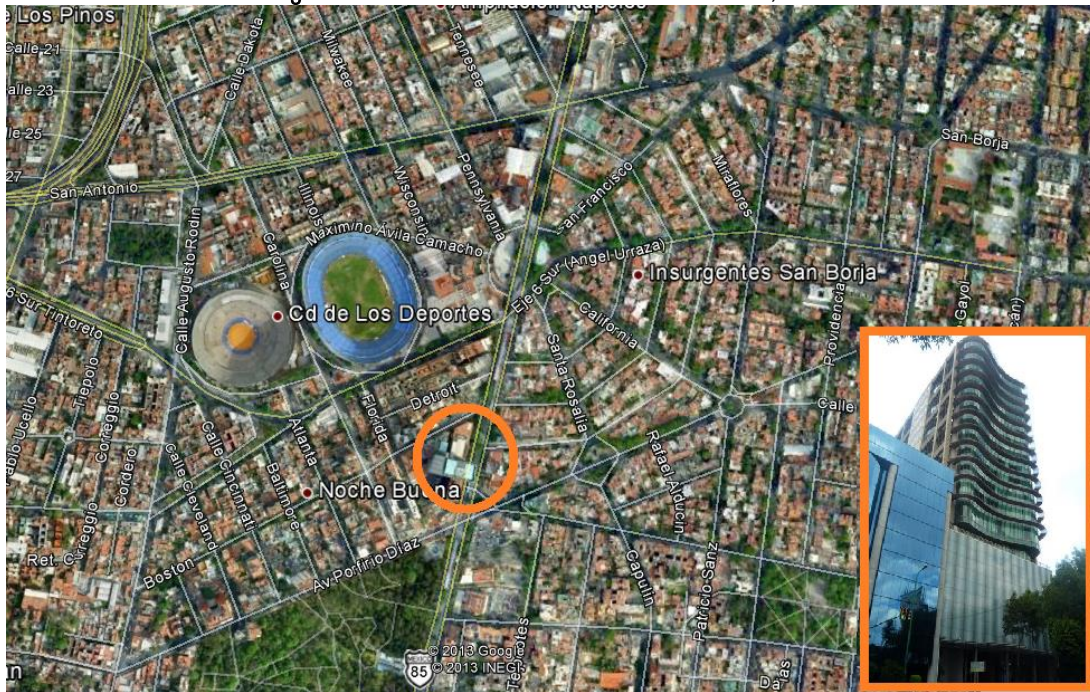
### I.2.3 NOMBRE Y CARGO DEL REPRESENTANTE LEGAL. EN SU CASO, ANEXAR COPIA CERTIFICADA DEL PODER CORRESPONDIENTE.

El Representante legal es el Ing. José Luis Chida Pardo, quien funge como director general del Centro SCT Oaxaca. 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.

[REDACTED]

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



Fuente: Google Earth

Imagen I. 5. Centro SCT Oaxaca



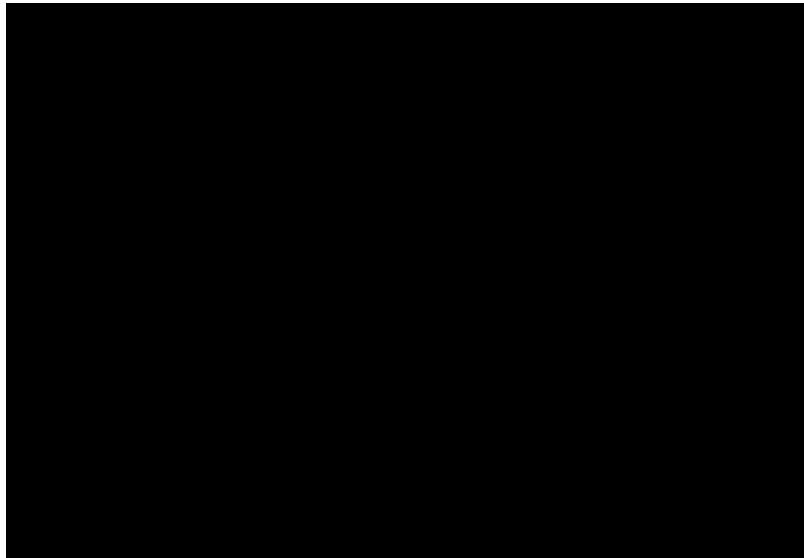
Fuente: Google Maps

### 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: "GUADALUPE VICTORIA - SAN ANTONIO OCOTLÁN - E.C. (SAN PEDRO AMUZGOS - CACAHUATEPEC) - RAMAL A SAN PEDRO AMUZGOS, TRAMO DEL KM. 0+000 AL KM. 9+000, CON UNA META DE 9.0 KM.", UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.** 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 I. 2 Datos del responsable Técnico.

1	[REDACTED]	[REDACTED]
	[REDACTED]	[REDACTED]
	[REDACTED]	[REDACTED]



Fuente: SECIRA 2020

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



**II. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO. .... 3**

**II.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO, PLAN O PROGRAMA..... 3**

II.1.1 NATURALEZA DEL PROYECTO, PLAN O PROGRAMA ..... 4

II.1.2 JUSTIFICACIÓN ..... 6

II.1.3 UBICACIÓN FÍSICA ..... 6

II.1.4 INVERSIÓN REQUERIDA ..... 13

**II.2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO, PLAN O PROGRAMA ..... 15**

II.2.1 PROGRAMA DE TRABAJO ..... 33

II.2.2 REPRESENTACIÓN GRÁFICA REGIONAL ..... 39

II.2.3 REPRESENTACIÓN GRÁFICA LOCAL ..... 40

II.2.4 PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN ..... 41

II.2.5 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO ..... 56

II.2.6 DESMANTELAMIENTO Y ABANDONO DE LAS INSTALACIONES ..... 59

II.2.7 RESIDUOS ..... 59

**INDICE DE TABLAS**

Tabla II. 1. Coordenadas del proyecto..... 10

Tabla II. 2. Estimación de la Inversión Requerida Para el Desarrollo del Proyecto. .... 13

Tabla II. 3. Características del camino propuesto y del existente. .... 16

Tabla II. 4. Superficies de afectación para el ancho de corona ..... 16

Tabla II. 5 Superficie de afectación de la línea de ceros ..... 17

Tabla II. 6. Polígonos de cambio de uso de suelo ..... 26

Tabla II. 7. Características de los bancos de materiales más cercanos al área del proyecto..... 28

Tabla II. 8 Ocupación en zona federal ..... 33

Tabla II. 9. Diagrama de Gantt del cronograma de obra. .... 37

Tabla II. 10. Diagrama de Gantt del cronograma de obra (Continuación) ..... 38

Tabla II. 11. Obras de drenaje Menor..... 54

Tabla II. 12. Estimaciones de emisión durante la operación del proyecto..... 61

**INDICE DE IMÁGENES**

Imagen II. 1. Localización Satelital del Proyecto ..... 4

Imagen II. 2. Localización del proyecto ..... 7

Imagen II. 3. Vista Satelital del proyecto ..... 8

Imagen II. 4 Vías de acceso del proyecto..... 9

Imagen II. 5 Polígonos Forestales 1 a 13..... 18

Imagen II. 6 Polígonos Forestales 13 a 17..... 19

Imagen II. 7 Polígonos Forestales 17 a 27..... 20

Imagen II. 8 Polígonos Forestales 20 a 30..... 21

Imagen II. 9 Polígonos Forestales 32 a 37..... 22

Imagen II. 10. Polígonos Forestales 37 a 45..... 23

Imagen II. 11. Polígonos Forestales 43 a 48..... 24

Imagen II. 12 Polígonos Forestales 49 a 51..... 25

Imagen II. 13. Bancos de Materiales cercanos al proyecto ..... 29

Imagen II. 14. Fotografías de Cauce del Arroyo El Trapiche..... 30

---

Imagen II. 15 Puente el Trapiche, no considerada en el proyecto.....	31
Imagen II. 16 <b>Ocupación en Zona Federal</b> .....	32
Imagen II. 17. Sección Tipo del proyecto.....	34
Imagen II. 18 Sitio de obras temporales .....	35
Imagen II. 19. Representación regional del proyecto.....	39
Imagen II. 20. Representación local del proyecto .....	40
Imagen II. 21. Esquema de la Estructura del pavimento. ....	43
Imagen II. 22. Obras de Drenaje Menor.....	55

## 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 Oaxaca, tiene contemplada la modernización de un camino alimentador denominado: **"GUADALUPE VICTORIA - SAN ANTONIO OCOTLÁN - E.C. (SAN PEDRO AMUZGOS - CACAHUATEPEC) - RAMAL A SAN PEDRO AMUZGOS, TRAMO DEL KM. 0+000 AL KM. 9+000, CON UNA META DE 9.0 KM.", UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.** Las características actuales del proyecto, se trata de una carretera a nivel de terracería, con un ancho promedio de 9.0 metros, aunque cabe señalar que el camino no se ha utilizado y existen zonas donde la vegetación ruderal se ha desarrollado, principalmente del Km 0+000 al 3+000, donde no se presentan rodaduras de vehículos, el camino pretende ser modernizado a una Carretera "Tipo C" incluyendo la mejora de los alineamientos verticales y horizontales, las especificaciones de la carretera de acuerdo con las normas de servicios técnicos de la SCT son las siguientes:

- Dos carriles de 3.5 metros. Los cuales se encuentran dentro de los estándares óptimos para el buen funcionamiento de la carretera.
- Ancho de corona y calzada de 7 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.

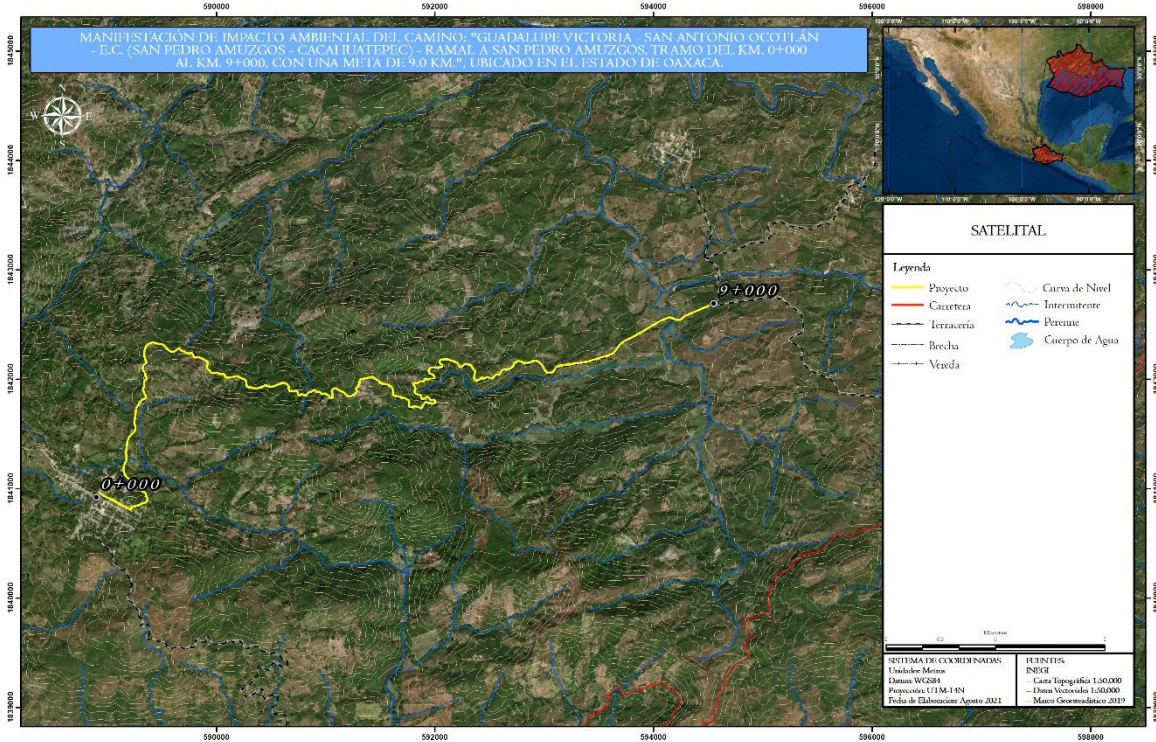
La sección estructural de la carretera está integrada por una capa de terraplén de altura variable, capa subrasante de 30 cm., una base Hidráulica con un espesor de 0.20 m. y una Carpeta Asfáltica de 5 cm. Los taludes por utilizar son variables para el terraplén dependiendo de la altura que se tenga y para los cortes se emplearan taludes de  $\frac{3}{4}$  X 1.

Es importante mencionar que el camino no requerirá de la construcción de caminos de acceso provisionales, ya que el camino existente es suficiente, para trasladar al persona, maquinaria y herramienta hasta los frentes de trabajo, únicamente se considera la instalación de obras provisionales, como son el patio de maquinaria, un almacén temporal, almacenes de residuos y baños sanitarios, la localización de dicho predio se menciona posteriormente en el presente capítulo.

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>, específicamente se afectarán 5.88 Ha de suelo forestal, 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 2021

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

El proyecto contempla la construcción de una carretera Tipo C, el trazo cruza por los municipios de San Juan Cacahuatepec y San Pedro Amuzgos. El proyecto: **"GUADALUPE VICTORIA - SAN ANTONIO OCOTLÁN - E.C. (SAN PEDRO AMUZGOS - CACAHUATEPEC) - RAMAL A SAN PEDRO AMUZGOS, TRAMO DEL KM. 0+000 AL KM. 9+000, CON UNA META DE 9.0 KM.", UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.** consiste en la modernización de un camino alimentador. El ancho promedio del camino existente es de 9.0 metros y para la modernización propuesta se tendrá un ancho de corona y calzada de 7.0 metros, aunque como se mencionó anteriormente, existe una sección del cadenamiento que no ha sido transitada, como la topografía del camino tiene variaciones se deberá de cortar para alcanzar la línea de ceros, para el proyecto se considera una línea de ceros variable, la cual se ajusta conforme las necesidades específicas de la zona a ampliar, la misma se presenta en los cálculos de afectación así como en los anexos en formato shapefile. 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 Oaxaca, 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 evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el 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:

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 C, con un ancho de corona de 7.0 metros. El proyecto contempla afectación a suelo forestal en una superficie de 5.88 Ha. Por lo que posteriormente se presentara un Estudio Técnico Justificativo para el cambio de uso de suelo.

## 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 beneficiará 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 requerida para el proyecto, pero se propondrán medidas de mitigación, compensación y restauración para los impactos significativos que se identifiquen en el proyecto.

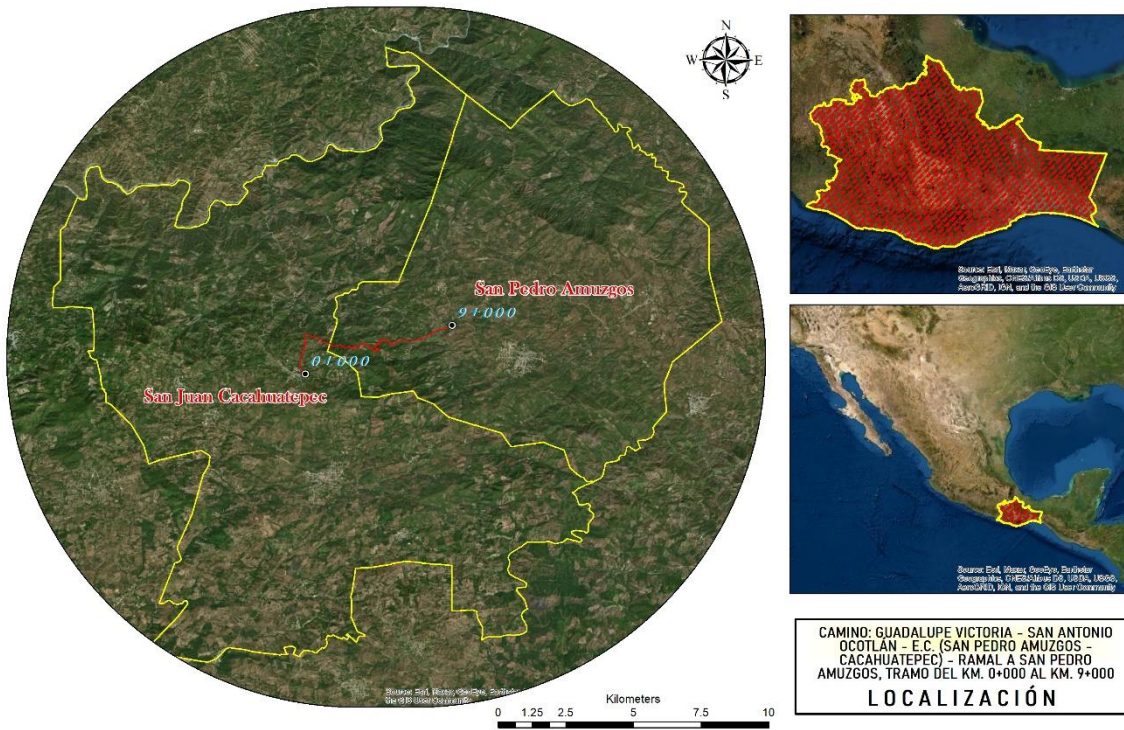
## II.1.3 UBICACIÓN FISICA

El proyecto: "GUADALUPE VICTORIA - SAN ANTONIO OCOTLÁN - E.C. (SAN PEDRO AMUZGOS - CACAHUATEPEC) - RAMAL A SAN PEDRO AMUZGOS, TRAMO DEL KM. 0+000 AL KM. 9+000, CON UNA META DE 9.0 KM.", como su nombre lo indica se desarrolla en el Estado de Oaxaca, del cual se menciona lo siguiente: el cual se ubica en la porción sureste de la República Mexicana, entre las coordenadas geográficas 15°39' y 18°42' de latitud norte, entre los 93°52' y 98°32' de longitud oeste. Limita al norte con Puebla y Veracruz, al sur con el océano Pacífico, al este con Chiapas y al oeste con el estado de Guerrero. Tiene una superficie de 95,364 km<sup>2</sup>, cifra que representa el 4.8 % del total del territorio de la República Mexicana. Así mismo el proyecto se localiza en los municipios de San Juan Cacahuatepec y San Pedro Amuzgos.

- El Municipio de San Juan Cacahuatepec, se localiza en las coordenadas 98°09'12" longitud oeste, 16°46'44" latitud norte y a una altura de 400 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con el estado de Guerrero y San Pedro Amuzgos; al sur con Mártires de Tacubaya y San Sebastián Ixcapa; al oeste con el estado de Guerrero; al este con San Pedro Amuzgos y San Sebastián Ixcapa. Su distancia aproximada a la capital del estado es de 369 kilómetros. La superficie total del municipio es de 189.18 km<sup>2</sup>.
- El municipio de San Pedro Amuzgos se localiza en la parte suroeste del estado, en las coordenadas 98°05' longitud oeste, 16°39' latitud norte y a una altura de 520 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con estado de Guerrero y Santa María Zacatepec; al sur con San Juan Cacahuatepec, San Sebastián Ixcapa; al poniente con estado de Guerrero y San Juan Cacahuatepec; al oriente con Santa María Ipalapa y Santa María Zacatepec. Su distancia aproximada a la capital del estado es de 444 kilómetros. La superficie total del municipio es de 117.85 km<sup>2</sup> y la superficie del municipio en relación con el estado es del 0.12%.

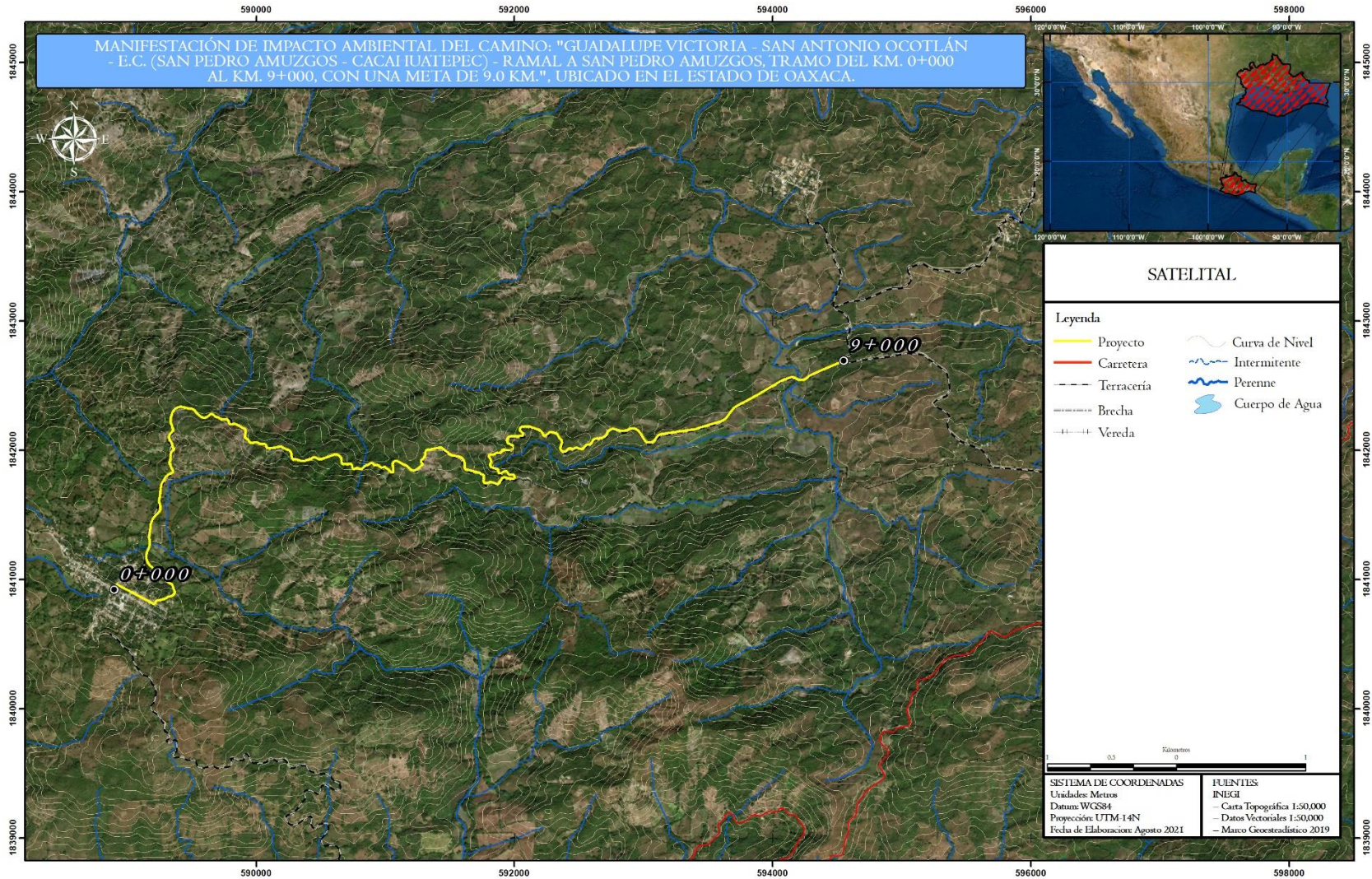
En las siguiente imágenes se muestra la localización del proyecto

Imagen II. 2. Localización del proyecto



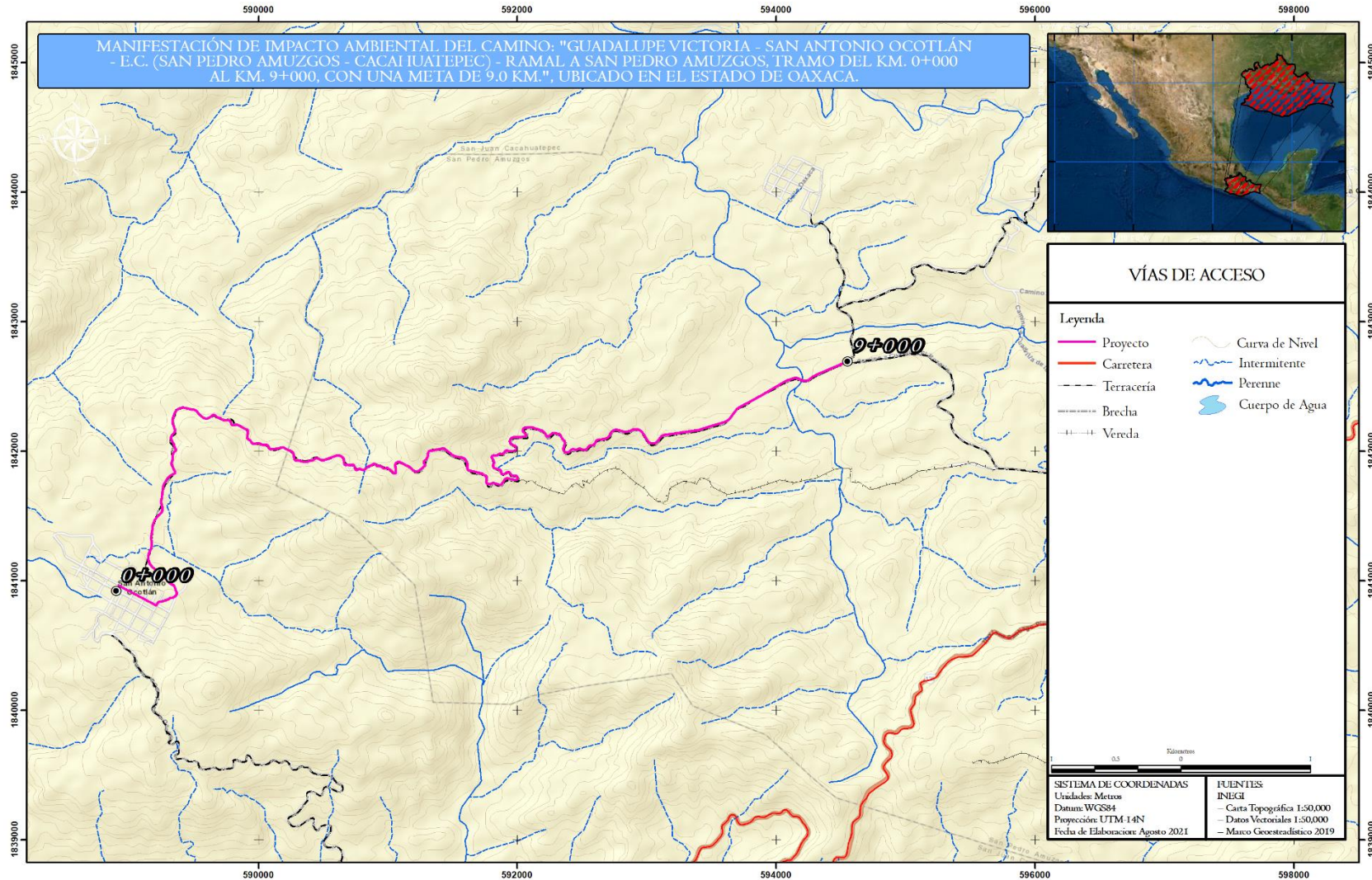
Fuente: SECIRA 2021

Imagen II. 3. Vista Satelital del proyecto



Fuente: SECIRA 2021

Imagen II. 4 Vías de acceso del proyecto



Fuente: SECIRA 2021

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 C, conforme a las especificaciones de la SCT, para concluir en un camino con un ancho de corona y calzada de 7.0 metros, en la siguiente tabla se muestran las coordenadas del camino calculadas con el Datum WGS85 zona 14N.

Tabla II. 1. Coordenadas del proyecto.

Cadenamiento	UTM		GEOGRÁFICAS	
	Este	Norte	Longitud	Latitud
0+000.00	588906	1840917	-98° 9' 58.755"	16° 38' 56.570"
0+500.00	589318	1840858	-98° 9' 44.844"	16° 38' 54.603"
1+000.00	589172	1841237	-98° 9' 49.715"	16° 39' 6.958"
1+500.00	589269	1841709	-98° 9' 46.382"	16° 39' 22.298"
2+000.00	589351	1842134	-98° 9' 43.550"	16° 39' 36.108"
2+500.00	589642	1842270	-98° 9' 33.708"	16° 39' 40.489"
3+000.00	590008	1842051	-98° 9' 21.384"	16° 39' 33.321"
3+500.00	590434	1841933	-98° 9' 7.032"	16° 39' 29.428"
4+000.00	590850	1841858	-98° 8' 53.001"	16° 39' 26.933"
4+500.00	591195	1841842	-98° 8' 41.346"	16° 39' 26.370"
5+000.00	591564	1841944	-98° 8' 28.889"	16° 39' 29.637"
5+500.00	591911	1841780	-98° 8' 17.189"	16° 39' 24.238"
6+000.00	591854	1842016	-98° 8' 19.061"	16° 39' 31.924"
6+500.00	592096	1842220	-98° 8' 10.872"	16° 39' 38.521"
7+000.00	592435	1842006	-98° 7' 59.468"	16° 39' 31.533"
7+500.00	592868	1842149	-98° 7' 44.823"	16° 39' 36.126"
8+000.00	593285	1842139	-98° 7' 30.759"	16° 39' 35.727"
8+500.00	593726	1842337	-98° 7' 15.827"	16° 39' 42.122"
9+000.00	594164	1842555	-98° 7' 1.020"	16° 39' 49.130"

Fuente: SECIRA 2021

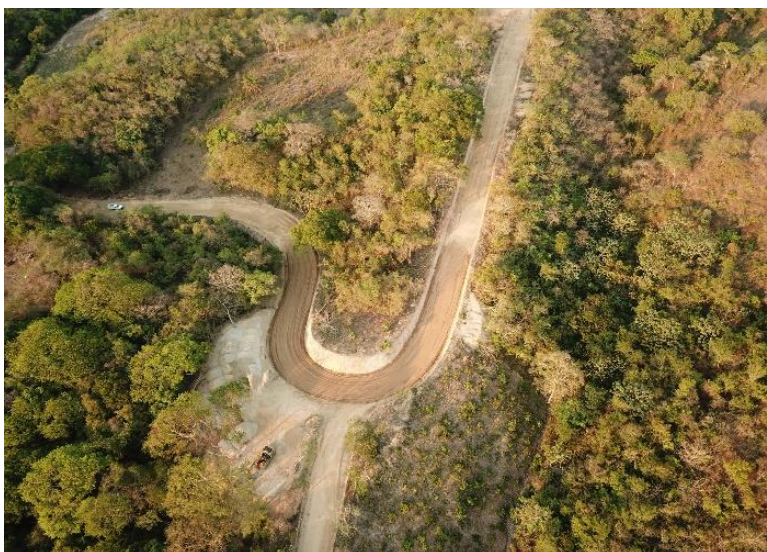
El proyecto se desarrolla en una Sierra Alta compleja, el Uso de suelo y Vegetación, se conforma principalmente de vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia y pastizal cultivado, el proyecto se desarrolla en la Sierra madre del Sur, en la subprovincia de la Costa Sur. El proyecto busca conectar la localidad de Ocotlán en dirección a la localidad de San Pedro Amuzgos

**Fotografía II. 1.** Inicio del proyecto



Fuente: SECIRA 2021

Fotografía II. 2. Final del proyecto



Fuente: SECIRA 2021



## 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 65 millones de pesos, considerando únicamente la obra civil.

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

CLAVE		IMPORTE
	<b>TERRACERIAS</b>	
009-D	<b>CORTES</b>	
009-D.02	Despalmes en material A, desperdiando el material (inciso 3.01.01.003-H.01):	
N-CTR-CAR-1.01.002/00	a) De cortes, depositando el producto en la orilla del lado aguas debajo de la excavación.	\$824,515.65
N-CTR-CAR-1.01.002/00	b) Para desplante de terraplenes, depositando el producto en orilla de la excavación	\$341,146.53
009-D.03	Excavaciones (inciso 3.01.01.003-H.02):	
N-CTR-CAR-1.01.003/00	a) En cortes y adicionales debajo de la subrasante	
	2) En material B	\$25,592,349.21
009-E	<b>PRÉSTAMOS</b>	
009-E.03	Excavaciones de préstamos:	
N-CTR-CAR-1.01.008/00	b) De banco (inciso 3.01.01.004-H.03):	
	2) En material B	\$1,560,513.43
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%)	\$122,418.16
N-CTR-CAR-1.01.009/00	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 %)	\$408,242.22
009-F.03	<b>RECOMPACTACION</b>	
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 %)	\$2,388,157.40
009-F.07	Mezclado, tendido y compactación de la capa subrasante formada con material seleccionado:	

CLAVE		IMPORTE
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%)	\$2,796,867.81
009-F.08	Agua empleada para compactaciones (inciso 3.01.01.005-H.08)	\$2,848,639.59
009-I	ACARREOS PARA TERRACERIAS	
1	Sobreacarreo 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, préstamos 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.	\$338,660.52
	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.	\$294,124.51
	2) Para la distancia excedente al primer hectómetro, es decir a los primeros cien metros, incremento por cada hectómetro adicional al primero.	\$185,924.84
	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	\$14,910.0
	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.	\$1,136,263.08
	2) Para los kilómetros subsecuentes.	\$466,016.50
N-CTR-CAR-1.01.009/00	1) Para el primer kilómetro (Material Desperdiciado)	\$7,476,493.17
	2) Para los kilómetros subsecuentes.	\$16,197,166.10
	e) Para cualquier distancia, del agua utilizada en la compactación de las Terracerías.	\$2,404,159.32
		\$65,396,568.06

Fuente: SCT 2021

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 setenta y un millones, aproximadamente.

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

La Secretaría de Comunicaciones y Transportes, a través del Centro SCT Oaxaca tiene contemplada la modernización del proyecto: **"GUADALUPE VICTORIA - SAN ANTONIO OCOTLÁN - E.C. (SAN PEDRO AMUZGOS - CACAHUATEPEC) - RAMAL A SAN PEDRO AMUZGOS, TRAMO DEL KM. 0+000 AL KM. 9+000, CON UNA META DE 9.0 KM.", UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.** 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 C". 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 3.5 metros. Los cuales se encuentran dentro de los estándares óptimos para el buen funcionamiento de la carretera.
- Ancho de corona y calzada de 7 metros. Medida adecuada para los carriles propuestos.
- Sin Acotamiento.
- Transito promedio diario anual de más de 500 vehículos.
- Topografía plana con una pendiente máxima del 8%
- 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 5 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 ¾ X 1.

**Tabla II. 3.** Características del camino propuesto y del existente.

Especificaciones geométricas	Camino actual	Proyecto (modernización)
Tipo de camino	Tipo E	Tipo C
Ancho del Derecho de Vía (m)	20 metros por cada lado	20 metros por cada lado
Ancho de línea entre ceros (m)	-----	Variable, se recomienda ver superficies de afectación
Ancho de la calzada (m)	En promedio 9.0 metros, aunque existen tramos donde no se puede circular.	7.0 metros
Ancho de corona (m)	En promedio 9.0 metros, aunque existen tramos donde no se puede circular.	7.0 metros
Número y ancho de carriles	Variable, en promedio dos carriles de 4.0 metros, pero hay tramos donde no se puede circular	2 carriles de 3.5 metros, un carril por sentido
	Superficie Total Ancho de Corona	6.64 Ha
	Superficie Total línea de Ceros	5.08 Ha
	Superficie Total de Afectación	7.36 Ha
	Superficie Total Camino Existente	4.36 Ha
	Superficie Afectación áreas con Vegetación Forestal	5.88 Ha
	Superficie Afectación Áreas con Vegetación No Forestal	1.49 Ha
	Superficie Total de ocupación del Proyecto	11.72 Ha
	Superficie Derecho de Vía	25.86 Ha

Fuente: SECIRA 2021

Como se ha mencionado anteriormente el camino existente se encuentra a nivel de terracería y presenta un ancho promedio de 9.0 metros, pero en los primeros tres kilómetros se trata de un camino el cual ya no se ha transitado y ha provocado que vegetación ruderal este presente en el camino, a continuación, se presentan las superficies de afectación del proyecto, así como los polígonos de cambio de uso de suelo.

**Tabla II. 4.** Superficies de afectación para el ancho de corona

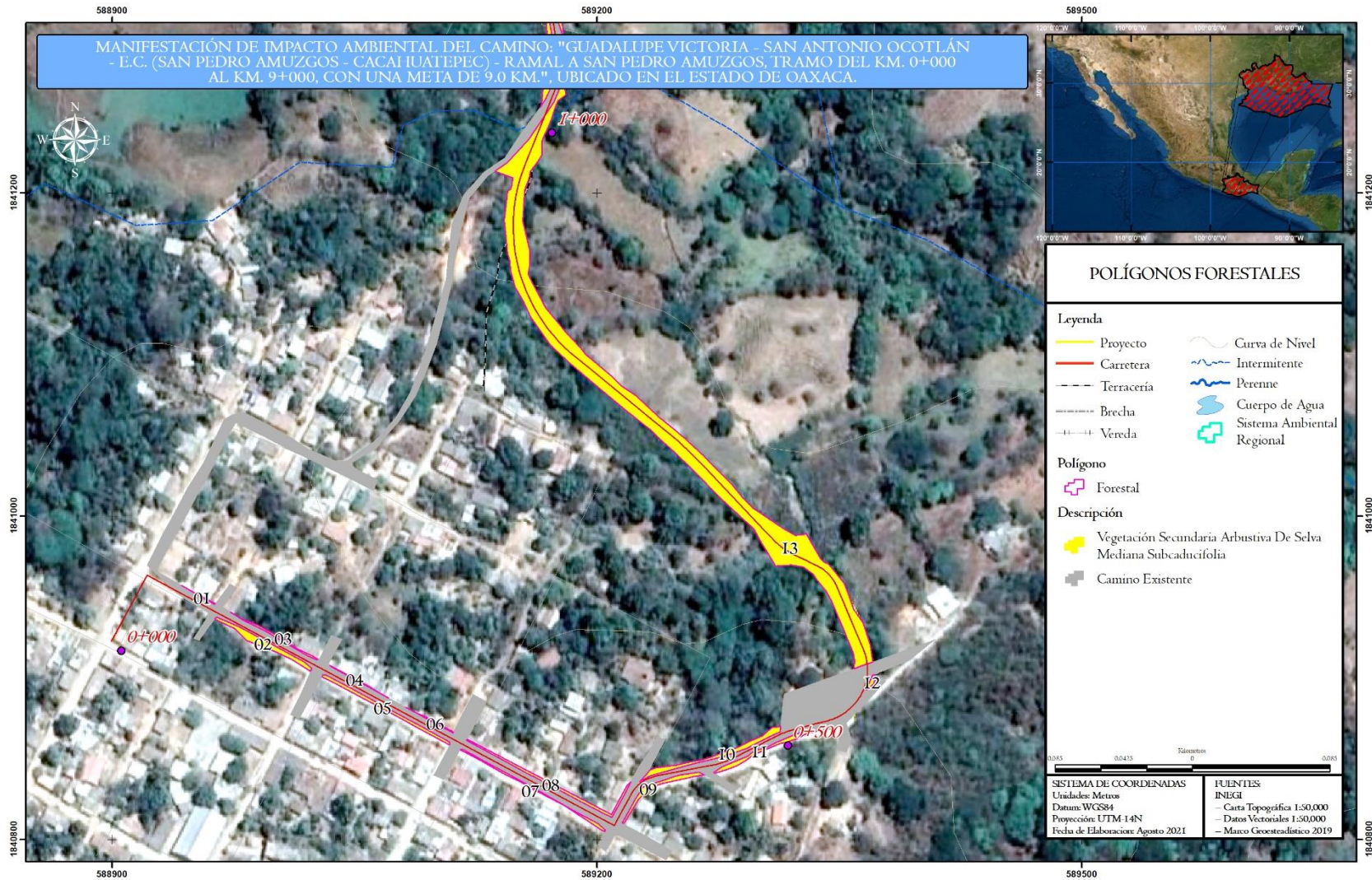
SUPERFICIE ANCHO DE CORONA = 6.64 Ha			
DESCRIPCIÓN		Area_ha	Area_m2
Camino Existente		4.16	41613.53
SUPERFICIE DE AFECTACION			
CVE_UNION	DESCRIPCIÓN	Area_ha	Area_m2
PC	PASTIZAL CULTIVADO	0.52	5171.60
VSa/SBC	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE SELVA BAJA CADUCIFOLIA	0.29	2867.94
VSa/SMS	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE SELVA MEDIANA SUBCADUCIFOLIA	1.68	16761.27
		<b>2.48</b>	<b>24800.81</b>

**Tabla II. 5** Superficie de afectación de la línea de ceros

<b>SUPERFICIE LINEA DE CEROS = 5.08 Ha</b>			
<b>DESCRIPCIÓN</b>		<b>Area_ha</b>	<b>Area_m2</b>
Camino Existente		0.20	1973.61
<b>SUPERFICIE DE AFECTACION</b>			
<b>CVE_UNION</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>Area_ha</b>	<b>Area_m2</b>
PC	PASTIZAL CULTIVADO	0.97	9688.87
VSa/SBC	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE SELVA BAJA CADUCIFOLIA	0.75	7475.08
VSa/SMS	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE SELVA MEDIANA SUBCADUCIFOLIA	3.16	31648.10
		<b>4.88</b>	<b>48812.05</b>

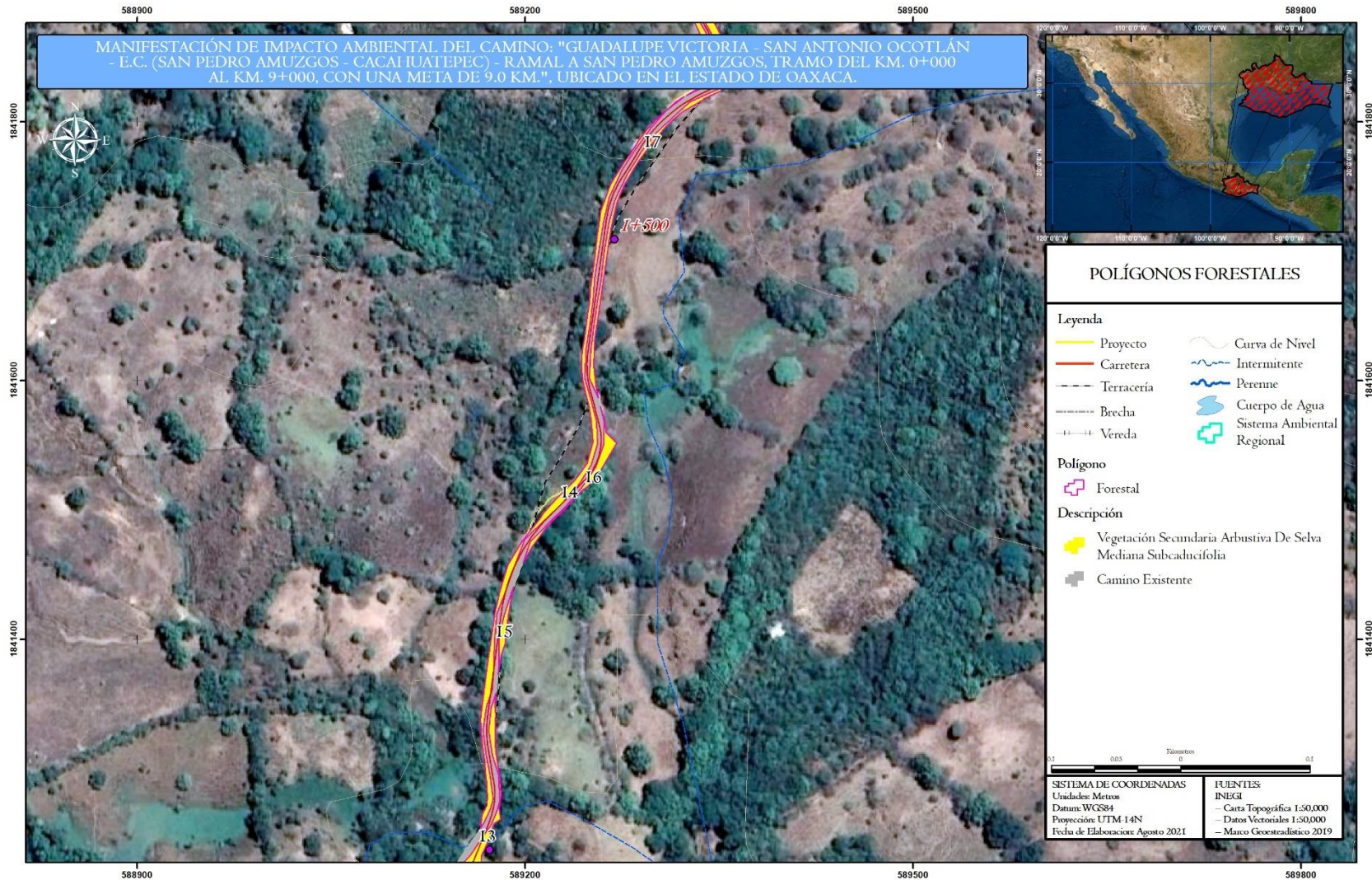
En las siguientes imágenes se muestran los mapas de cambio de uso de suelo, así como las coordenadas de los mismos, se recomienda para revisar la afectación total de individuos por kilómetro, revisar el capítulo cuatro en el apartado de vegetación de la presente MIA-R

Imagen II. 5 Polígonos Forestales 1 a 13



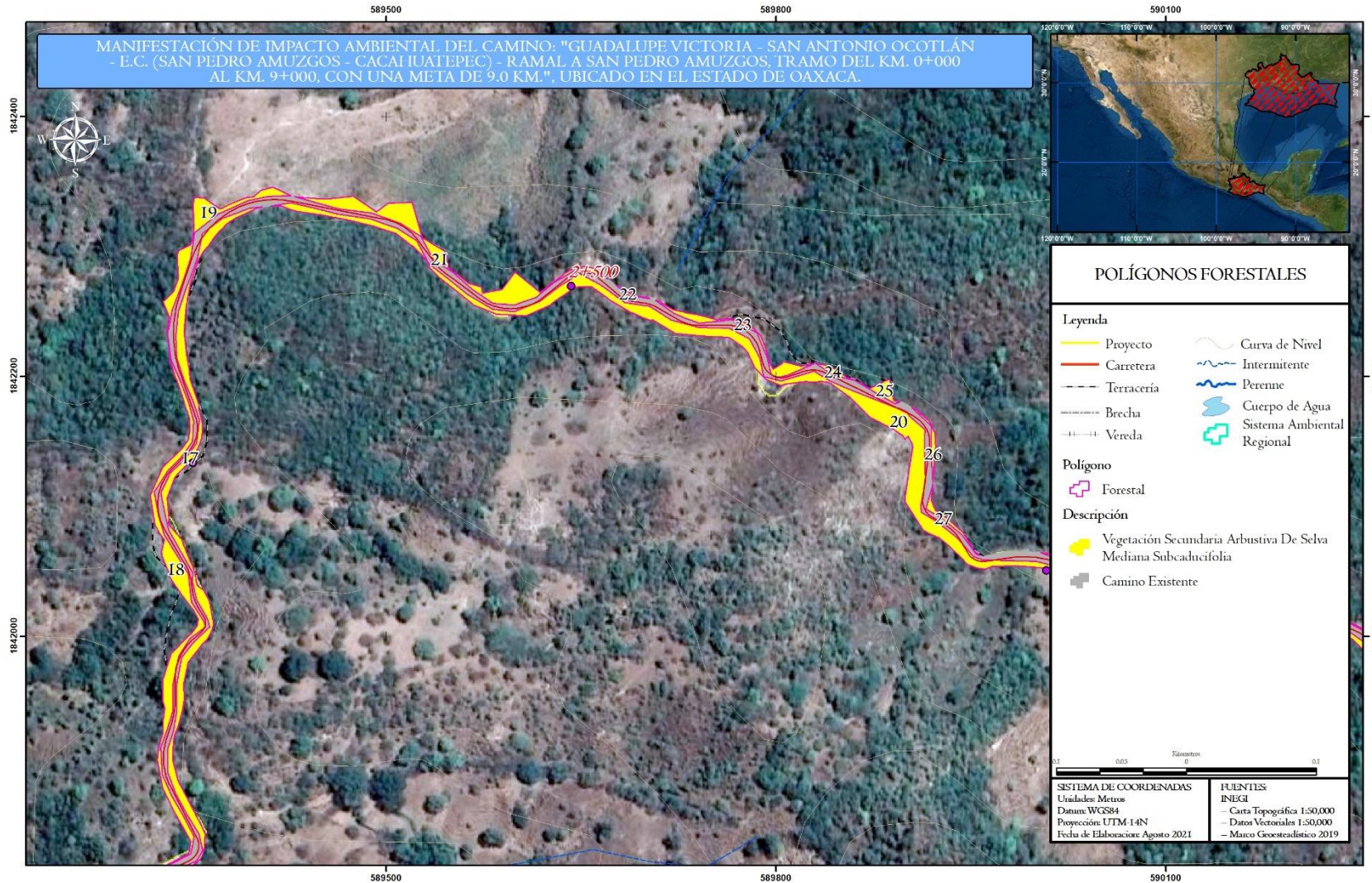
Fuente: SECIRA 2021

Imagen II. 6 Polígonos Forestales 13 a 17



Fuente: SECIRA 2021

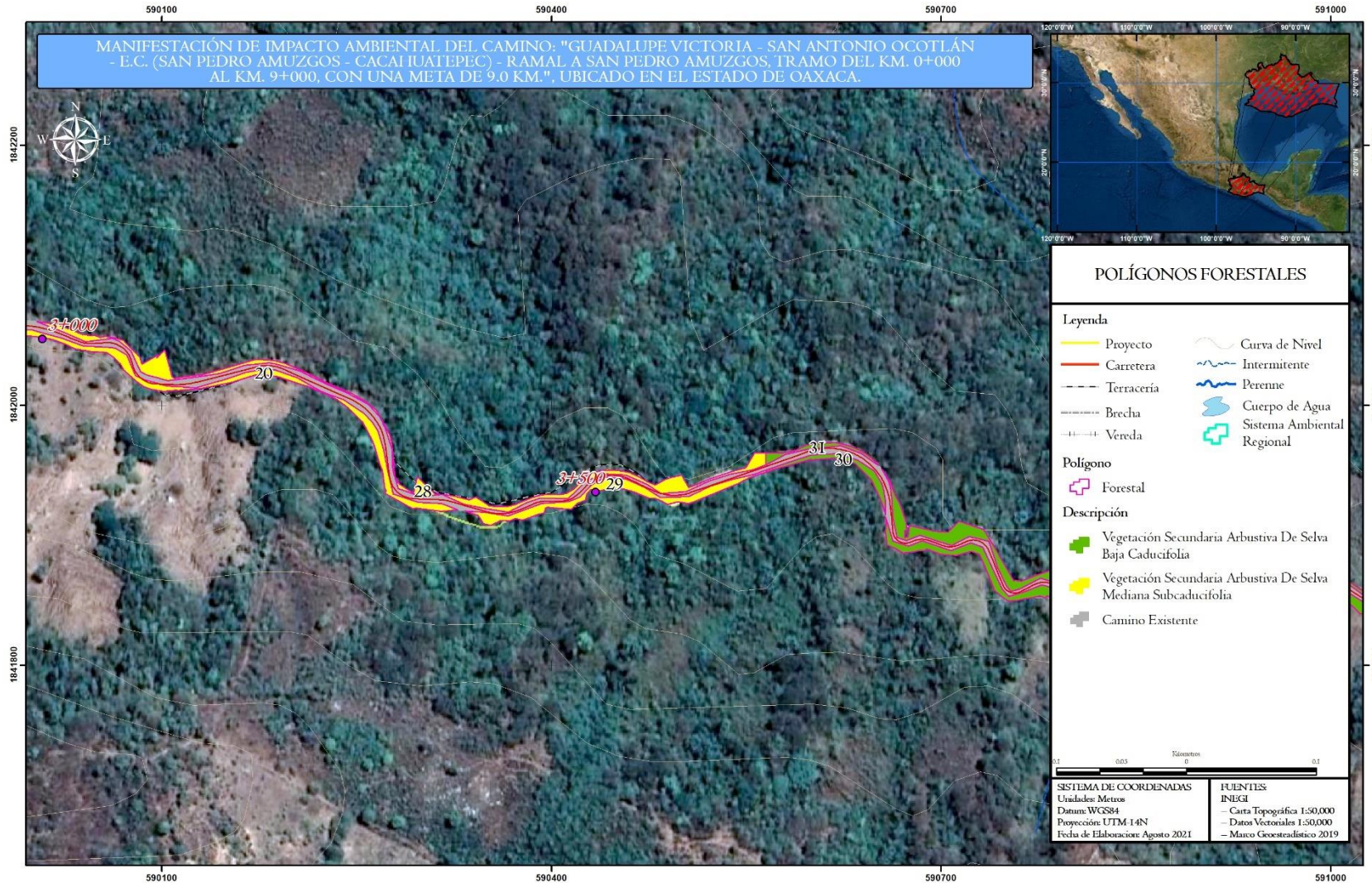
Imagen II. 7 Polígonos Forestales 17 a 27



Fuente: SECIRA 2021

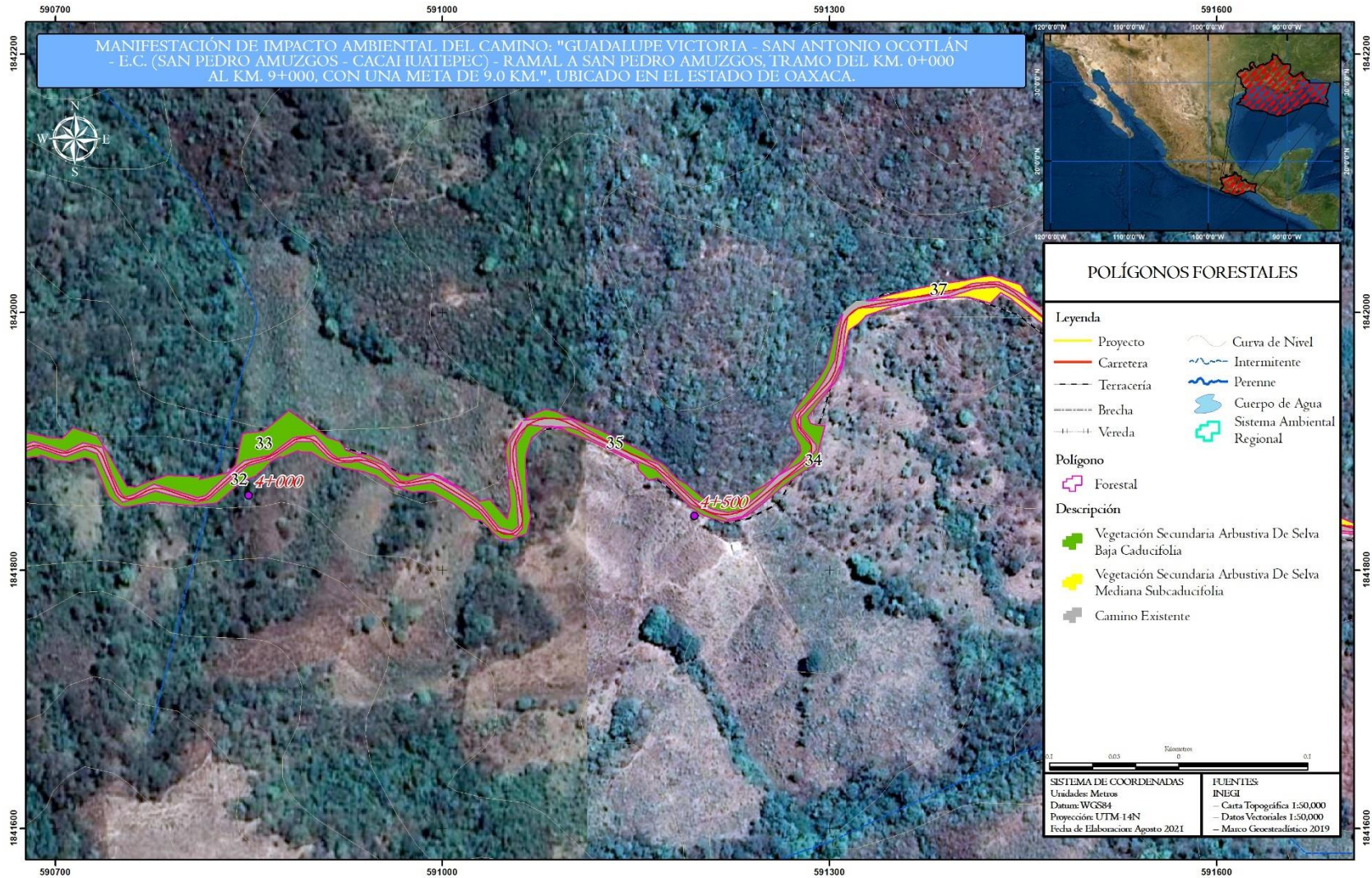


Imagen II. 8 Polígonos Forestales 20 a 30



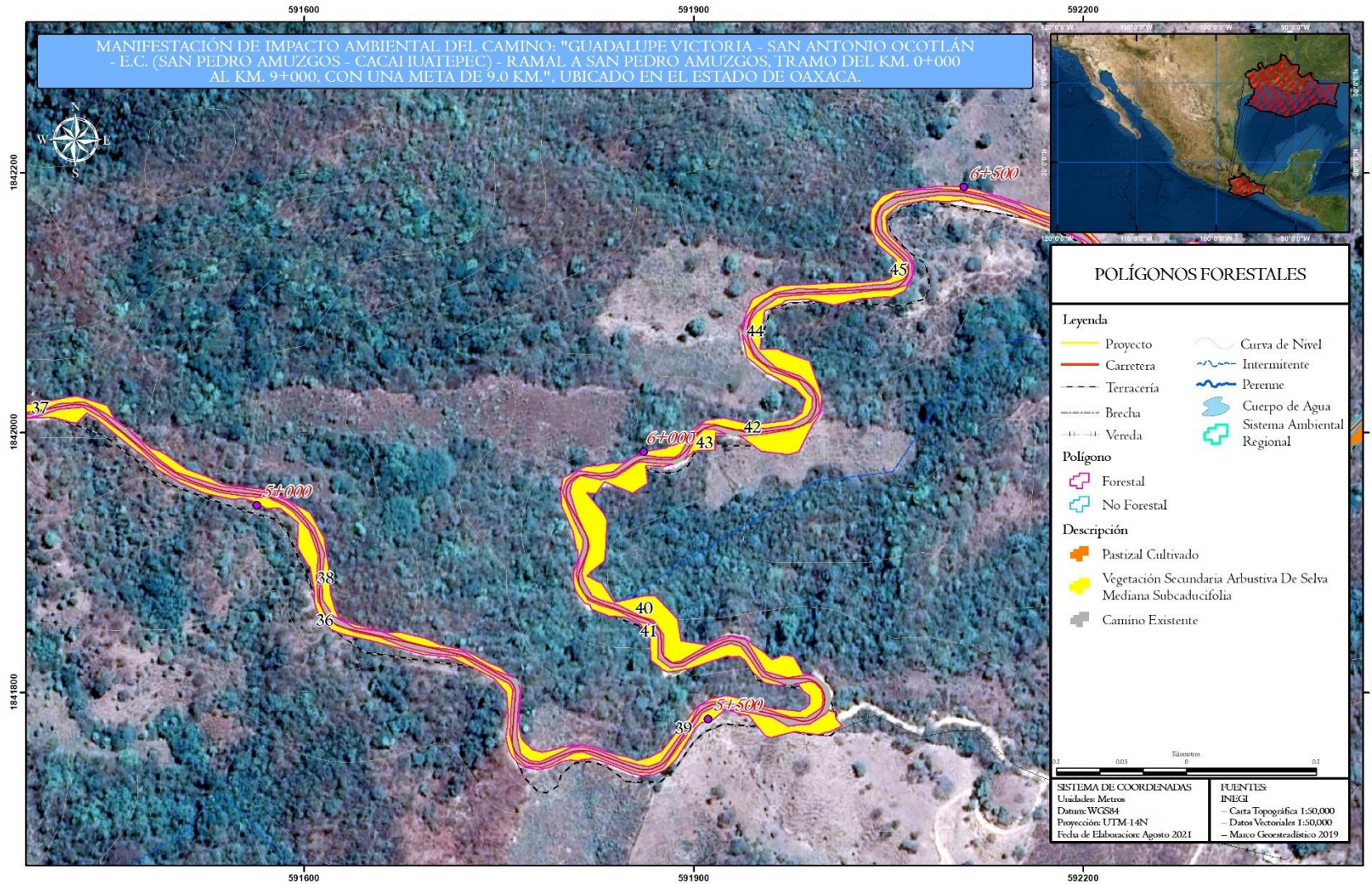
Fuente: SECIRA 2021

Imagen II. 9 Polígonos Forestales 32 a 37



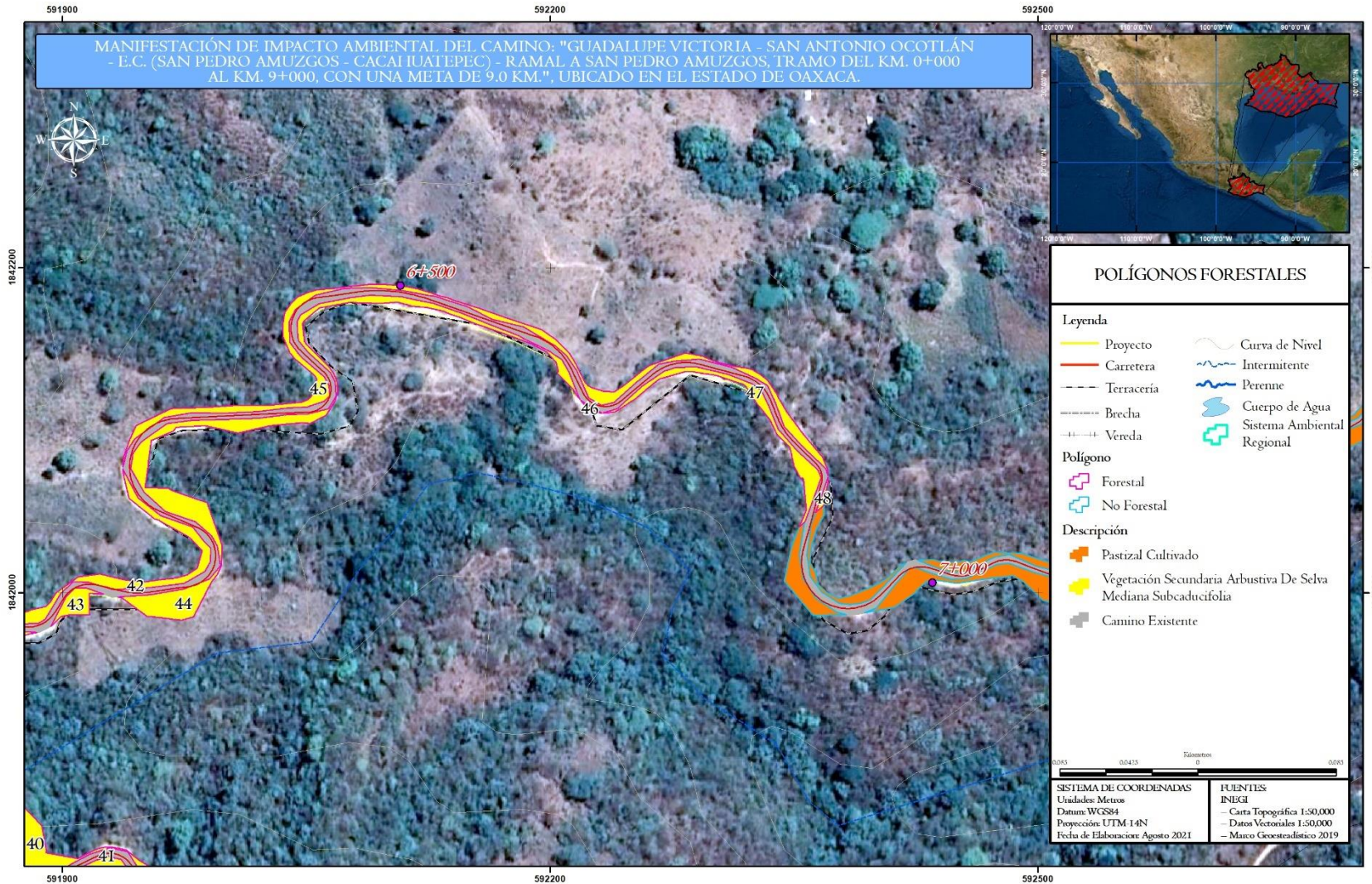
Fuente: SECIRA 2021

Imagen II. 10. Polígonos Forestales 37 a 45



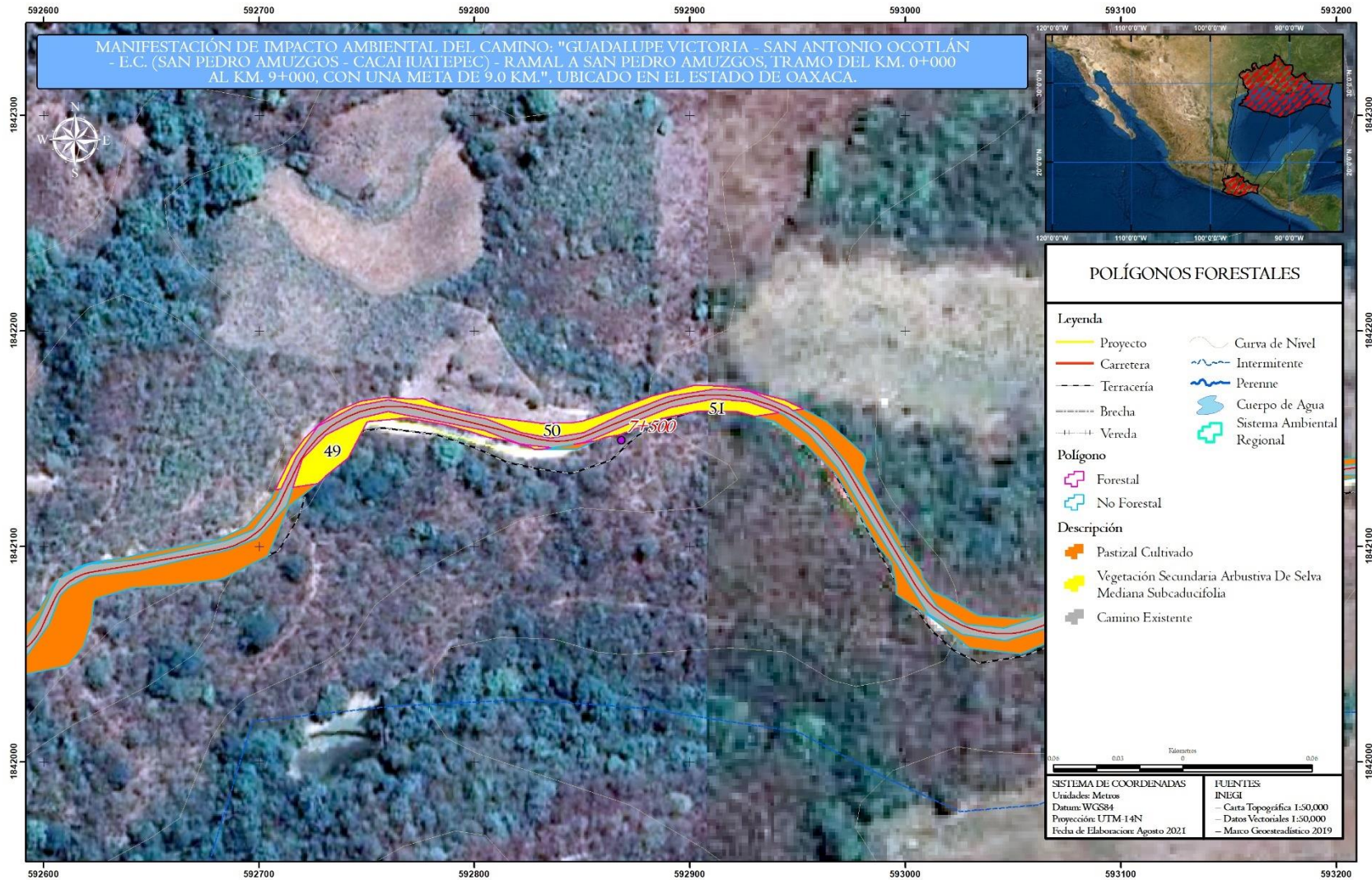
Fuente: SECIRA 2021

Imagen II. 11. Polígonos Forestales 43 a 48



Fuente: SECIRA 2021

Imagen II. 12 Polígonos Forestales 49 a 51



Fuente: SECIRA 2021

**Tabla II. 6.** Polígonos de cambio de uso de suelo

Pol	DESCRIPCIÓN	ARE_m2	Centroide	
			X	Y
1	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE SELVA MEDIANA SUBCADUCIFOLIA	7.5	588956.02	1840949.78
2	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE SELVA MEDIANA SUBCADUCIFOLIA	257.27	588993.53	1840921.44
3	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE SELVA MEDIANA SUBCADUCIFOLIA	48.9	589003.17	1840924.46
4	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE SELVA MEDIANA SUBCADUCIFOLIA	14.89	589050.19	1840899.10
5	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE SELVA MEDIANA SUBCADUCIFOLIA	180.37	589067.52	1840881.65
6	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE SELVA MEDIANA SUBCADUCIFOLIA	15.18	589100.01	1840872.09
7	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE SELVA MEDIANA SUBCADUCIFOLIA	89.95	589162.32	1840830.17
8	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE SELVA MEDIANA SUBCADUCIFOLIA	163.24	589175.48	1840834.09
9	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE SELVA MEDIANA SUBCADUCIFOLIA	132.2	589238.86	1840831.98
10	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE SELVA MEDIANA SUBCADUCIFOLIA	270.4	589274.30	1840853.25
11	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE SELVA MEDIANA SUBCADUCIFOLIA	139.4	589303.27	1840855.09
12	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE SELVA MEDIANA SUBCADUCIFOLIA	17.49	589369.72	1840897.38
13	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE SELVA MEDIANA SUBCADUCIFOLIA	5291.11	589237.18	1841079.20
14	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE SELVA MEDIANA SUBCADUCIFOLIA	1832.21	589218.41	1841514.67
15	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE SELVA MEDIANA SUBCADUCIFOLIA	168.84	589183.50	1841406.86
16	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE SELVA MEDIANA SUBCADUCIFOLIA	380.22	589247.50	1841526.10
17	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE SELVA MEDIANA SUBCADUCIFOLIA	3101.96	589334.47	1842009.77
18	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE SELVA MEDIANA SUBCADUCIFOLIA	1890.87	589337.10	1842018.65
19	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE SELVA MEDIANA SUBCADUCIFOLIA	973.73	589360.74	1842308.22
20	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE SELVA MEDIANA SUBCADUCIFOLIA	6410.87	589877.55	1842143.95
21	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE SELVA MEDIANA SUBCADUCIFOLIA	1713.69	589543.63	1842298.23
22	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE SELVA MEDIANA SUBCADUCIFOLIA	23.3	589687.08	1842264.04
23	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE SELVA MEDIANA SUBCADUCIFOLIA	463.13	589774.15	1842226.35
24	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE SELVA MEDIANA SUBCADUCIFOLIA	83.4	589843.68	1842204.01
25	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE SELVA MEDIANA SUBCADUCIFOLIA	170.64	589883.32	1842189.06
26	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE SELVA MEDIANA SUBCADUCIFOLIA	185.16	589919.10	1842149.25
27	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE SELVA MEDIANA SUBCADUCIFOLIA	179.87	589928.68	1842091.86
28	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE SELVA MEDIANA SUBCADUCIFOLIA	2102.16	590294.86	1841978.24
29	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE SELVA MEDIANA SUBCADUCIFOLIA	1247.2	590444.64	1841928.58
30	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE SELVA BAJA CADUCIFOLIA	416.19	590626.11	1841950.00
31	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE SELVA BAJA CADUCIFOLIA	267.21	590599.75	1841964.64
32	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE SELVA BAJA CADUCIFOLIA	3112.46	590892.11	1841871.69
33	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE SELVA BAJA CADUCIFOLIA	3993.23	590849.53	1841885.97
34	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE SELVA BAJA CADUCIFOLIA	1029.96	591227.82	1841887.43
35	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE SELVA BAJA CADUCIFOLIA	1593.98	591212.22	1841900.09
36	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE SELVA MEDIANA SUBCADUCIFOLIA	3784.39	591682.39	1841867.37
37	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE SELVA MEDIANA SUBCADUCIFOLIA	629.13	591395.32	1842018.50
38	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE SELVA MEDIANA SUBCADUCIFOLIA	1198.58	591606.55	1841903.64
39	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE SELVA MEDIANA SUBCADUCIFOLIA	1296.79	591892.30	1841773.81

Pol	DESCRIPCIÓN	ARE_m2	Centroide	
			X	Y
40	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE SELVA MEDIANA SUBCADUCIFOLIA	3649.01	591863.30	1841892.05
41	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE SELVA MEDIANA SUBCADUCIFOLIA	1487.94	591864.25	1841872.49
42	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE SELVA MEDIANA SUBCADUCIFOLIA	1021.22	591937.51	1842014.75
43	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE SELVA MEDIANA SUBCADUCIFOLIA	280.6	591908.20	1841993.56
44	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE SELVA MEDIANA SUBCADUCIFOLIA	2892.47	592013.68	1842078.05
45	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE SELVA MEDIANA SUBCADUCIFOLIA	2002.19	592144.26	1842133.75
46	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE SELVA MEDIANA SUBCADUCIFOLIA	19.4	592224.83	1842113.98
47	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE SELVA MEDIANA SUBCADUCIFOLIA	775.53	592324.77	1842101.21
48	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE SELVA MEDIANA SUBCADUCIFOLIA	39.68	592367.55	1842058.83
49	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE SELVA MEDIANA SUBCADUCIFOLIA	617.64	592744.24	1842146.13
50	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE SELVA MEDIANA SUBCADUCIFOLIA	690.77	592829.85	1842159.84
51	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE SELVA MEDIANA SUBCADUCIFOLIA	398.88	592901.67	1842161.86

Para el desarrollo del proyecto, no se requerirán servicios complementarios, ya que el proyecto se desarrollará en un área donde existen todos los servicios y se encuentra bien comunicado. 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.

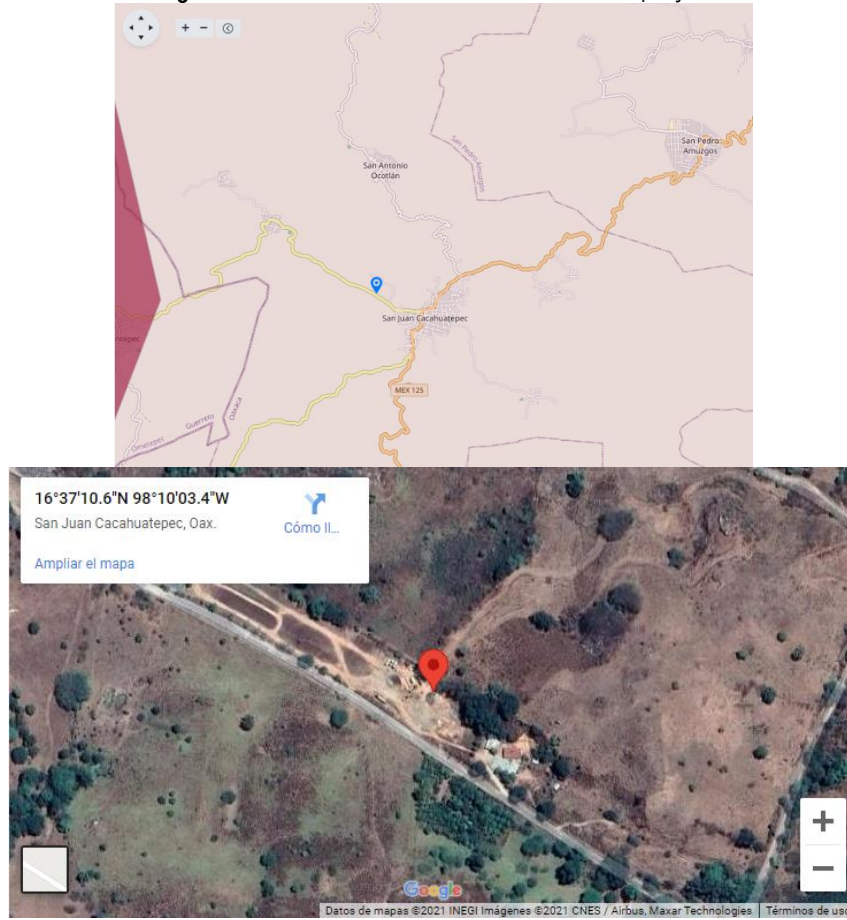
El proyecto asociado a la construcción de una carretera está invariablemente sujeto al uso de bancos de materiales. Muchos de éstos se encuentran en explotación, y están contenidos en el inventario de la S.C.T. *ex profeso*. Estos últimos serán lo que se emplearán para la construcción de este camino, 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 que serán empleados en el proyecto.

**Tabla II. 7. Características de los bancos de materiales más cercanos al área del proyecto.**

Estado:	Oaxaca		
Nombre del banco:	Tres rios		
Kilómetro:	240000		
Ubicación:			
Latitud:	16.6196	Longitud:	-98.1676
Desviación:	Derecha	Metros:	1300
Tipo de propiedad:	Particular		
Tipo de Material:			
Tratamiento:	cribado		
Volumen x 1000 (m <sup>3</sup> ):	0	Espesor despalme (m):	0
Usos probables:	Mezcla asfáltica en el lugar, Sello		
Uso de explosivos:	Explosivos	Restricciones ecológicas:	No existen
Aspectos económicos:	Conveniente	Reporte calidad:	<a href="#">Reporte</a>



**Imagen II. 13.** Bancos de Materiales cercanos al proyecto



Fuente: Inventario Nacional de Bancos de Materiales SCT, 2021

## ARROYO EL TRAPICHE

A la altura del Km 8+618 se localiza el Arroyo Trapiche, mismo que se trata de un Arroyo perenne y actualmente se cuenta con una estructura que libra dichas aguas, en la siguiente imagen se muestra la estructura antes señalada:

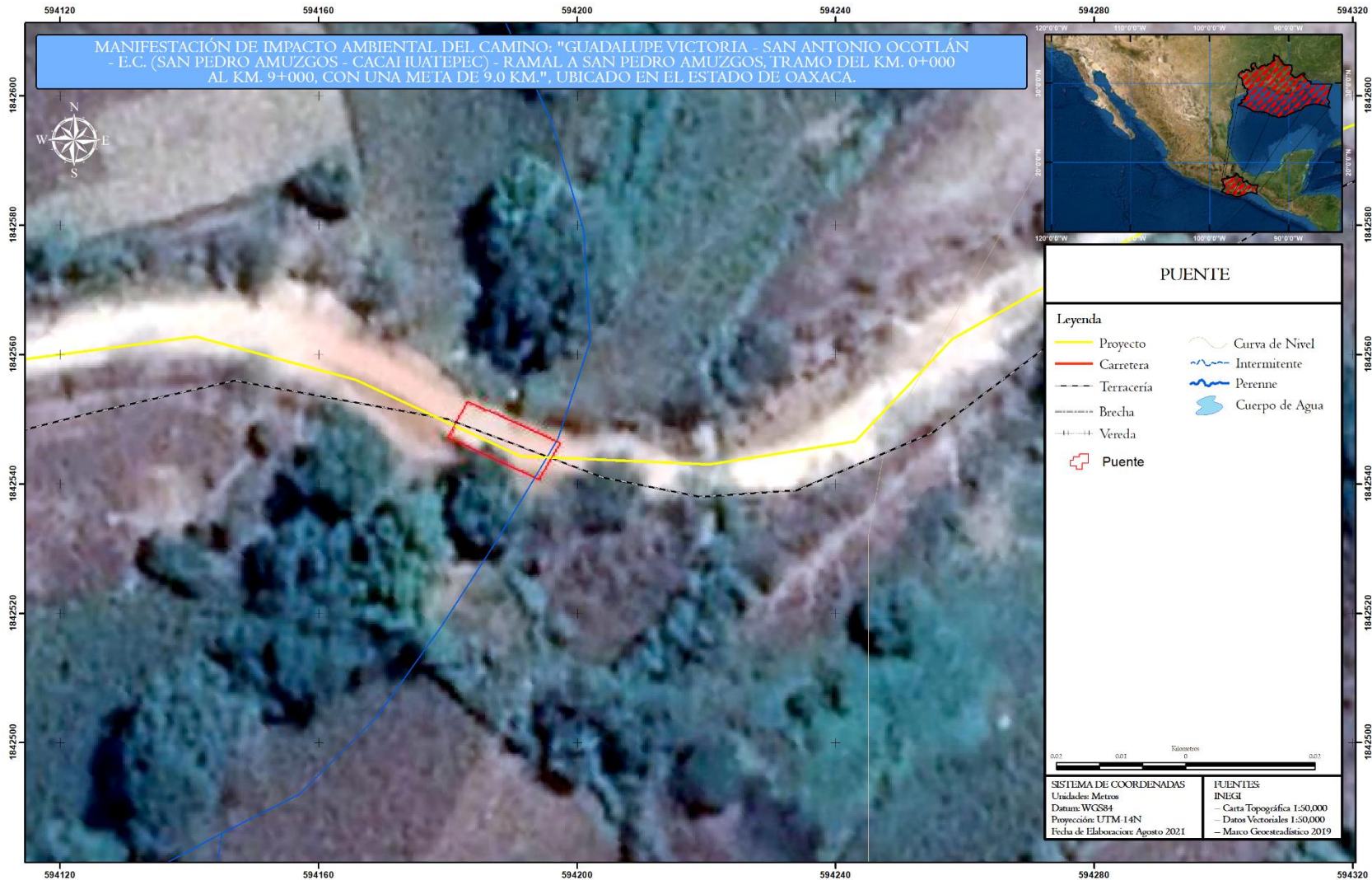
Imagen Il. 14. Fotografías de Cauce del Arroyo El Trapiche.



Fuente: SECIRA, 2021.

Es importante mencionar que el proyecto no considera actividad alguna en esta sección, ya que solo se considera la modernización de la terracería, sin incluir estructuras de drenaje mayores.

Imagen II. 15 Puente el Trapiche, no considerada en el proyecto



Fuente: SECIRA 2021

Para el caso de la superficie de ocupación de zona federal, es importante señalar que la Ley de Aguas Nacionales define lo siguiente:

*“Las fajas de diez metros de anchura contiguas al cauce de las corrientes o al vaso de los depósitos de propiedad nacional, medidas horizontalmente a partir del nivel de aguas máximas ordinarias. La amplitud de la ribera o zona federal será de cinco metros en los cauces con una anchura no mayor de cinco metros. El nivel de aguas máximas ordinarias se calculará a partir de la creciente máxima ordinaria que será determinada por "la Comisión" o por el Organismo de Cuenca que corresponda, conforme a sus respectivas competencias, de acuerdo con lo dispuesto en los reglamentos de esta Ley. En los ríos, estas fajas se delimitarán a partir de cien metros río arriba, contados desde la desembocadura de éstos en el mar. En los cauces con anchura no mayor de cinco metros, el nivel de aguas máximas ordinarias se calculará a partir de la media de los gastos máximos anuales producidos durante diez años consecutivos. Estas fajas se delimitarán en los ríos a partir de cien metros río arriba, contados desde la desembocadura de éstos en el mar. En los orígenes de cualquier corriente, se considera como cauce propiamente definido, el escurrimiento que se concentre hacia una depresión topográfica y forme una cárcava o canal, como resultado de la acción del agua fluyendo sobre el terreno. La magnitud de la cárcava o cauce incipiente deberá ser de cuando menos de 2.0 metros de ancho por 0.75 metros de profundidad”*

Por lo cual una vez analizados los escurrimientos por lo que cruza el proyecto, únicamente en el Arroyo El Trapiche presenta ocupación en zona federal, ya que el cauce tiene un ancho de 8.0 metros, por lo que se considera una franja de 10 metros a cada lado del Arroyo, como se muestra en la siguiente imagen:

Imagen II. 16 Ocupación en Zona Federal



Fuente: SECIRA, 2021.

Tabla II. 8 Ocupación en zona federal

Especificaciones geométricas	Proyecto
Nombre del cuerpo de agua sobre el cual será construido	Arroyo el Trapiche
Longitud total (m)	15 m
Altura (m)	4 m
Ancho total (m)	7 m
Superficie de afectación en la zona federal del cuerpo de agua (m <sup>2</sup> )	48.25 m <sup>2</sup>

## 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

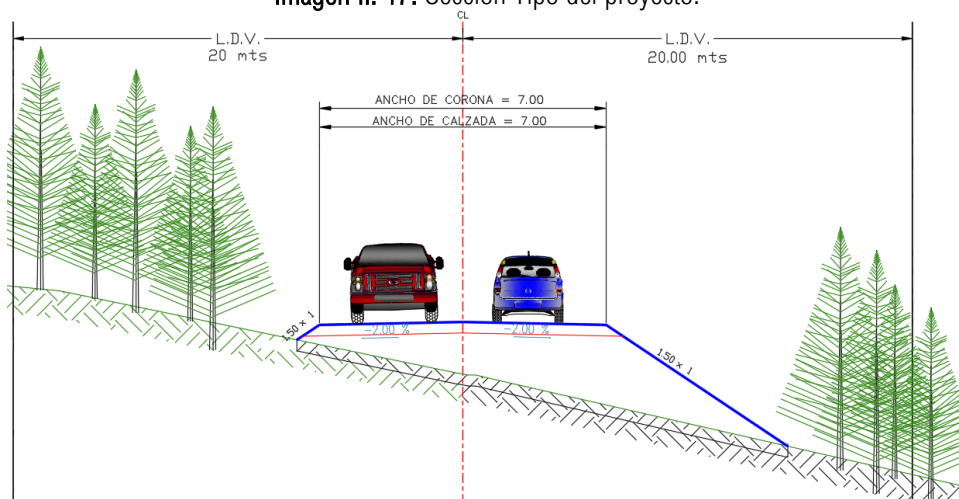
### Construcción

a) Descripción general de las obras civiles a realizar.

El proyecto corresponde a una Carretera "Tipo C" que contempla 9.0 Kilómetros del proyecto "GUADALUPE VICTORIA - SAN ANTONIO OCOTLÁN - E.C. (SAN PEDRO AMUZGOS - CACAHUATEPEC) - RAMAL A SAN PEDRO AMUZGOS, TRAMO DEL KM. 0+000 AL KM. 9+000, CON UNA META DE 9.0 KM.", UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA 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 7 m, con un carril de 3.50 m por cada sentido; el ancho total de corona es de 7.00 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 plana con una inclinación del 8%. 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 5 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  $\frac{3}{4} \times 1$

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. 17. Sección Tipo del proyecto.



Fuente: SECIRA 2021

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 GUADALUPE VICTORIA - SAN ANTONIO OCOTLÁN - E.C. (SAN PEDRO AMUZGOS - CACAHUATEPEC) - RAMAL A SAN PEDRO AMUZGOS, TRAMO DEL KM. 0+000 AL KM. 9+000, CON UNA META DE 9.0 KM.", UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA. 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. El sitio donde se realizaran estas obras temporales se localiza cerca del Km 8+500, en la zona de pastizales es un predio sin vegetación, lo cual no generara impactos adicionales a los de la carretera, el predio tiene una superficie de 2,500 m<sup>2</sup> el cual es suficiente para todas las actividades propuestas.

Imagen II. 18 Sitio de obras temporales



- **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 de materiales antes descritos.
- **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 despalme, 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:** se localizará en el predio antes señalado el cual es suficiente para resguardar toda la maquinaria y es un predio aledaño a la carretera.
- **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. 9. 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. 10.** Diagrama de Gantt del cronograma de obra (Continuación)

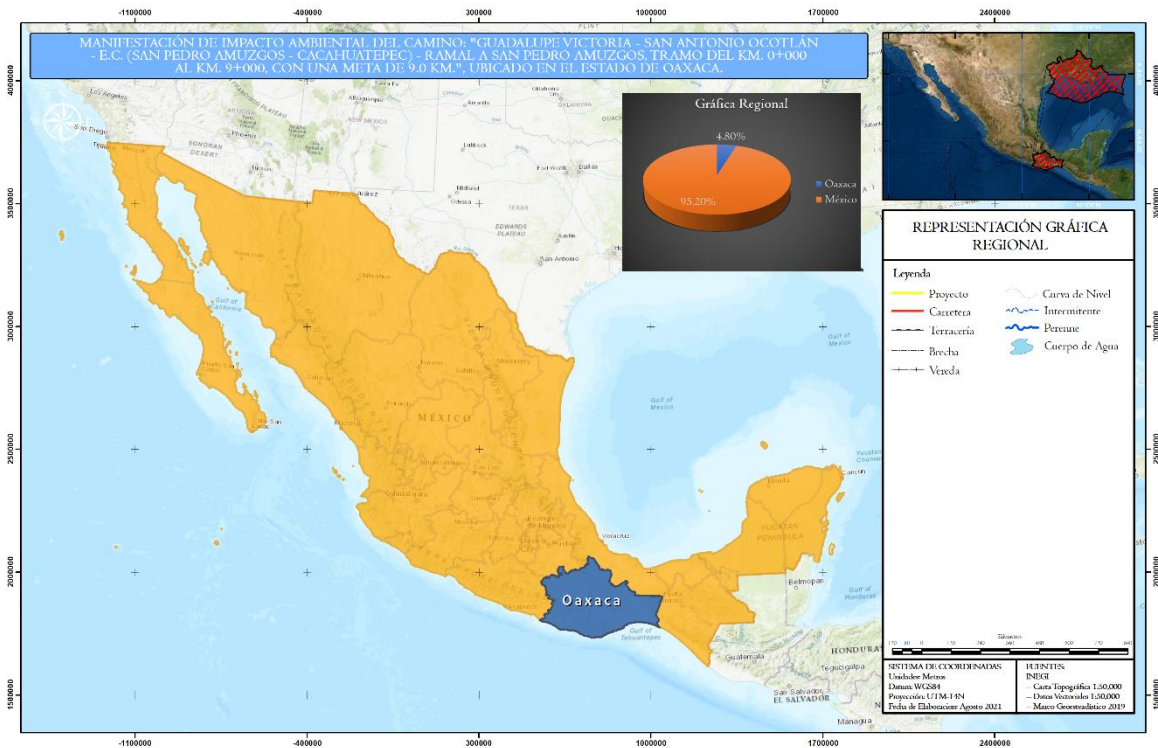
No	CONCEPTO	MESES																			
		3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60
<b>IV OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO</b>																					
29	Programa de conservación preventiva y correctiva (SCT).																				
30	Programa de conservación rutinaria.																				
31	Programa 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 2021

## II.2.2 REPRESENTACIÓN GRÁFICA REGIONAL

El proyecto se localiza en el Estado de Oaxaca, el cual se ubica en la porción sureste de la República Mexicana, entre las coordenadas geográficas 15°39' y 18°42' de latitud norte, entre los 93°52' y 98°32' de longitud oeste. Limita al norte con Puebla y Veracruz, al sur con el océano Pacífico, al este con Chiapas y al oeste con el estado de Guerrero. Tiene una superficie de 95,364 km<sup>2</sup>, cifra que representa el 4.8 % del total del territorio de la República Mexicana.

Imagen II. 19. Representación regional del proyecto

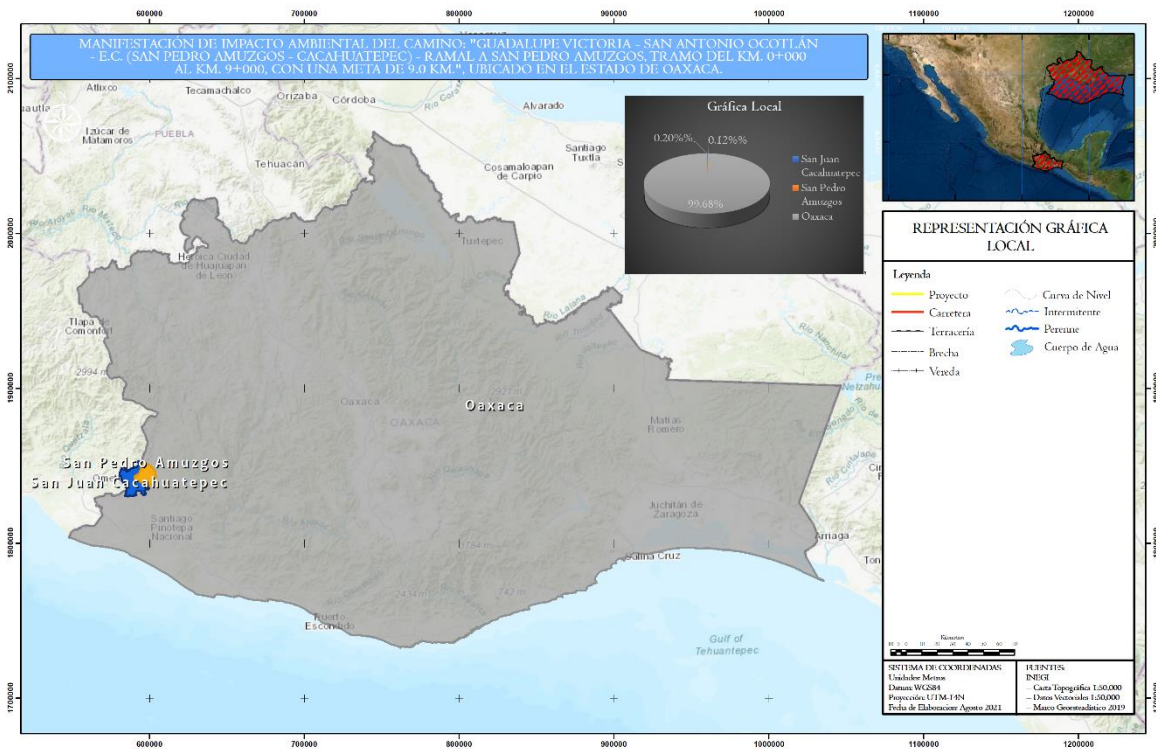


Fuente: SECIRA 2021

## II.2.3 REPRESENTACIÓN GRÁFICA LOCAL

- El Municipio de San Juan Cacahuatepec, se localiza en las coordenadas 98°09'12" longitud oeste, 16°46'44" latitud norte y a una altura de 400 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con el estado de Guerrero y San Pedro Amuzgos; al sur con Mártires de Tacubaya y San Sebastián Ixcapa; al oeste con el estado de Guerrero; al este con San Pedro Amuzgos y San Sebastián Ixcapa. Su distancia aproximada a la capital del estado es de 369 kilómetros. La superficie total del municipio es de 189.18 km<sup>2</sup>.
- El municipio de San Pedro Amuzgos Se localiza en la parte suroeste del estado, en las coordenadas 98°05' longitud oeste, 16°39' latitud norte y a una altura de 520 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con estado de Guerrero y Santa María Zacatepec; al sur con San Juan Cacahuatepec, San Sebastián Ixcapa; al poniente con estado de Guerrero y San Juan Cacahuatepec; al oriente con Santa María Ipalapa y Santa María Zacatepec. Su distancia aproximada a la capital del estado es de 444 kilómetros. La superficie total del municipio es de 117.85 km<sup>2</sup> y la superficie del municipio en relación con el estado es del 0.12%.

Imagen II. 20. Representación local del proyecto



Fuente: SECIRA 2021

## 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 sobrecarreo y este se hace en camiones de caja (materialistas o de volteo) El sobrecarreo 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.

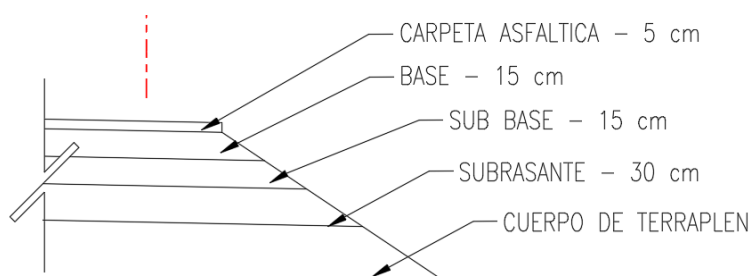
Para el agua utilizada en la compactación de terraplenes, se considera a partir del lugar de extracción de la misma, sobre la ruta más corta y/o conveniente hasta el sitio de compactación, cabe aclarar que el agua se obtendrá de los escurrimientos o cuerpos de agua cercanos al trazo, incluso se puede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

Imagen II. 21. Esquema de la Estructura del pavimento.



Fuente: SECIRA 2021

- ▶ **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 15 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 0.15 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 5 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 0.15 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 escurridor 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**.

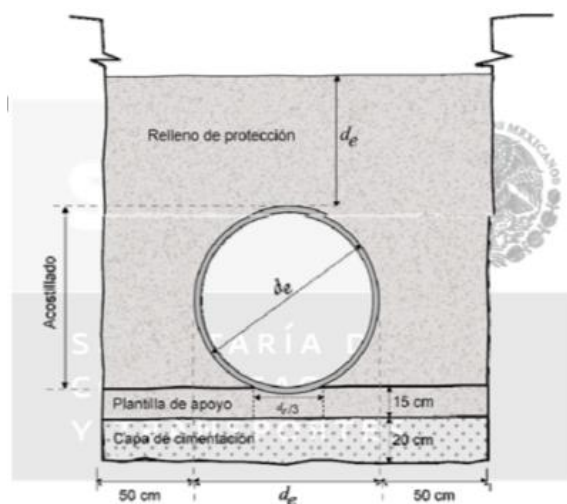


FIGURA 1.- Relleno de la excavación

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**.



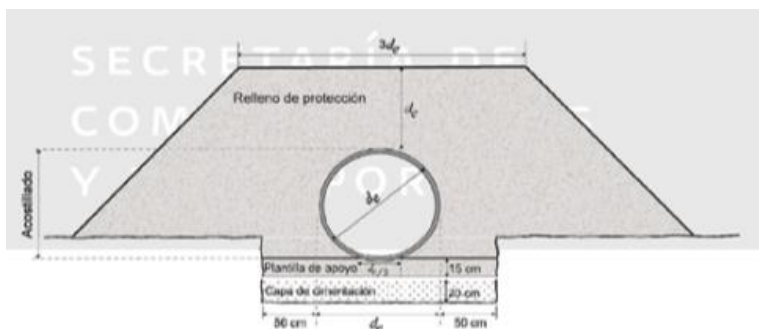


FIGURA 2.- Relleno de protección

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.

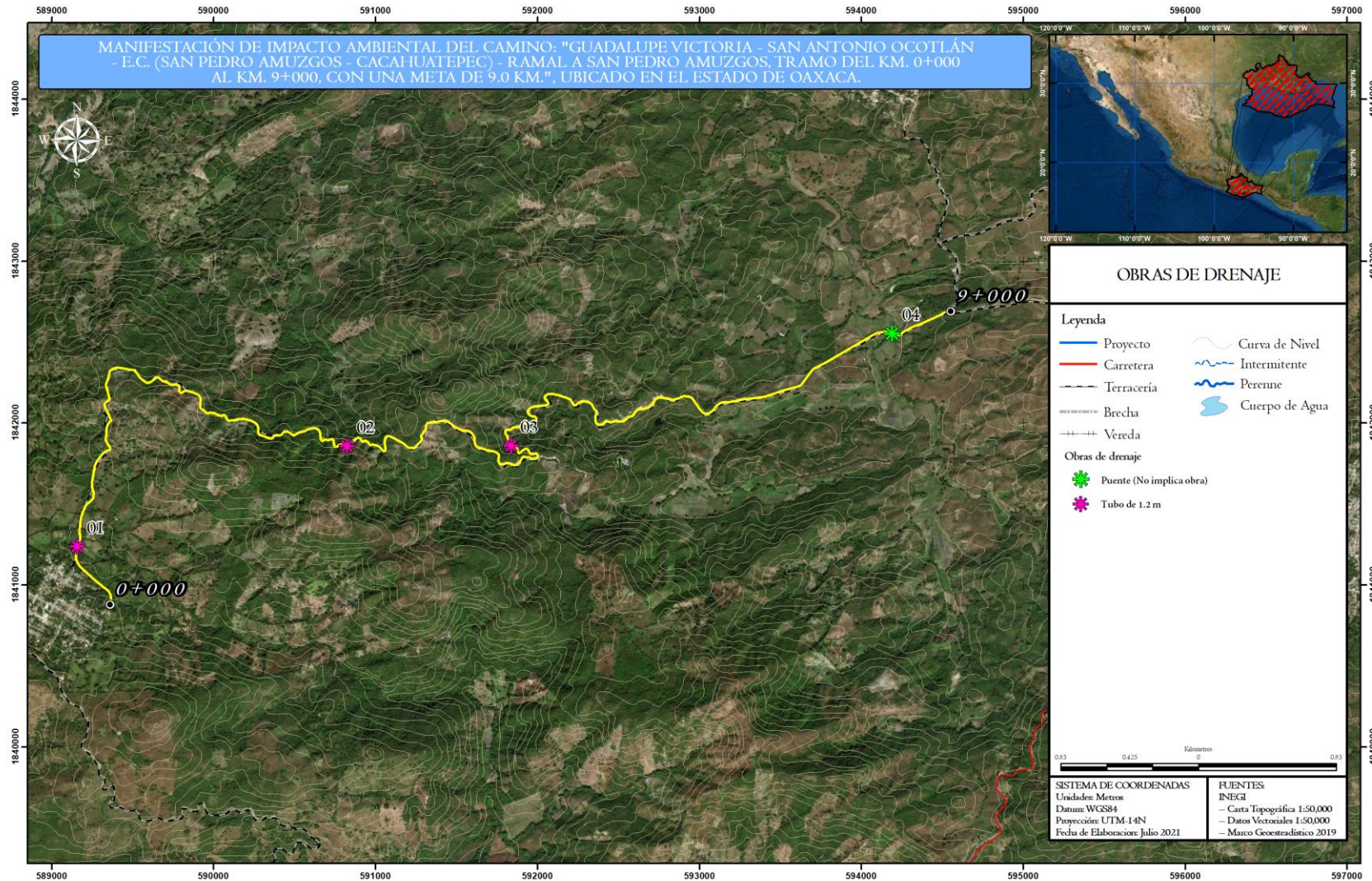
**Tabla II. 11.** Obras de drenaje Menor

No.	Coordenadas UTM	Cadenamiento y ubicación	Tipo de obra (Tubo, losa, cuneta, etc.)	Características Generales	Longitud y ancho	Nombre y tipo de cuerpo de agua
1	589157 1841239	0+455	Tubo de 1.20 m de diámetro	Obra de entrada de tipo cajón, con tubo de concreto y cabezotes fabricados con muros de mampostería	9.59 X 4.80. medidos a los cabezotes	Escurrimiento intermitente sin nombre
2	590824 1841858	3+546	Tubo de 1.20 m de diámetro	Obra de entrada de tipo cajón, con tubo de concreto y cabezotes fabricados con muros de mampostería	9.59 X 4.80. medidos a los cabezotes	Escurrimiento intermitente sin nombre
3	591836 1841862	5+458	Tubo de 1.20 m de diámetro	Obra de entrada de tipo cajón, con tubo de concreto y cabezotes fabricados con muros de mampostería	9.59 X 4.80. medidos a los cabezotes	Escurrimiento intermitente sin nombre

Fuente: SECIRA 2021

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

Imagen II. 22. 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 Oaxaca, 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 "GUADALUPE VICTORIA - SAN ANTONIO OCOTLÁN - E.C. (SAN PEDRO AMUZGOS - CACAHUATEPEC) - RAMAL A SAN PEDRO AMUZGOS, TRAMO DEL KM. 0+000 AL KM. 9+000, CON UNA META DE 9.0 KM.", UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA. 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 al 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. 12.** Estimaciones de emisión durante la operación del proyecto.

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

Fuente: SECIRA 2021

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.

**III. NORMATIVIDAD APLICABLE** **3**

III.1 VINCULACIÓN CON PLANES Y PROGRAMAS SECTORIALES. ....	3
III.1.1 PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2019-2024 .....	3
III.1.2 PLAN ESTATAL DE DESARROLLO (PED) DEL ESTADO DE OAXACA .....	6
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).....	9
III.2.1 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO.....	9
III.2.3 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL ESTADO DE OAXACA.....	19
III.2.4. ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS (ANP).....	28
III.2.5 REGIONES PRIORITARIAS DE ACUERDO CON LA CONABIO.....	32
III.3. VINCULACIÓN CON LEYES, REGLAMENTOS O NORMAS DE LOS TRES NIVELES DE GOBIERNO. ....	38
III.3.1. LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE. ....	38
III.3.2 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. ....	39
III.3.3. LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE.....	41
III.3.4. LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE. ....	42
III.3.5 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE .....	44
III.3.6. LEY GENERAL PARA LA PRESERVACIÓN Y GESTIÓN DE LOS RESIDUOS Y SU REGLAMENTO. ....	44
III.3.7 LEY DE AGUAS NACIONALES. ....	45
III.3.8 LEY DE CAMINOS, PUENTES Y AUTOTRANSPORTE FEDERAL. ....	46
III.3.9 LEY DE VÍAS GENERALES DE COMUNICACIÓN.....	47
III.3.11 NORMAS OFICIALES MEXICANAS.....	48

**INDICE DE TABLAS**

Tabla III. 1 Vinculación con los ejes y objetivos del PND .....	4
Tabla III. 2 Vinculación con estrategias del PND.....	5
Tabla III. 3 Vinculación con el diagnóstico del PED Oaxaca 2016-2022 .....	7
Tabla III. 4 Vinculación con las estrategias y líneas de acción del PED Oaxaca 2016-2022 .....	8
Tabla III. 5 Descripción de la Región Ecológica: 18.17 .....	10
Tabla III. 6 Estrategias aplicables para las UAB 100.....	11
Tabla III. 7 Estrategias de las Unidades Ambientales Biofísicas (UAB) 100 donde se inserta el proyecto. ....	13
Tabla III. 8 Vinculación con las estrategias de la UAB 100 del POEGT.....	15
Tabla III. 9 Vinculación con los lineamientos del POEGT.....	18
Tabla III. 10 Principales características de las UGA's donde se inserta el proyecto .....	22
Tabla III. 11 Ficha descriptiva de la UGAs donde incide el proyecto .....	22
Tabla III. 12 Lineamientos y criterios aplicables de las UGA's que inciden con el proyecto .....	23
Tabla III. 13 Vinculación del proyecto con respecto a la UGA 02 y 04.....	24

Tabla III. 14 Áreas Naturales Protegidas Federales en el estado de Oaxaca.....	28
Tabla III. 15 Vinculación con los artículos aplicables de la LGEEPA.....	38
Tabla III. 16 Vinculación con los artículos aplicables del REIA de la LGEEPA.....	39
Tabla III. 17 Vinculación con los artículos aplicables de la LFVS .....	41
Tabla III. 18 Vinculación con los artículos aplicables del Reglamento de la LGDFS .....	44
Tabla III. 19 Vinculación con los artículos aplicables de la LAN .....	45
Tabla III. 20 Vinculación con los artículos aplicables de la Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal .....	46
Tabla III. 21 Vinculación con los artículos aplicables de la Ley de Vías Generales de Comunicación .....	47
Tabla III. 22 Vinculación con las NOM aplicables .....	48

### INDICE DE IMÁGENES

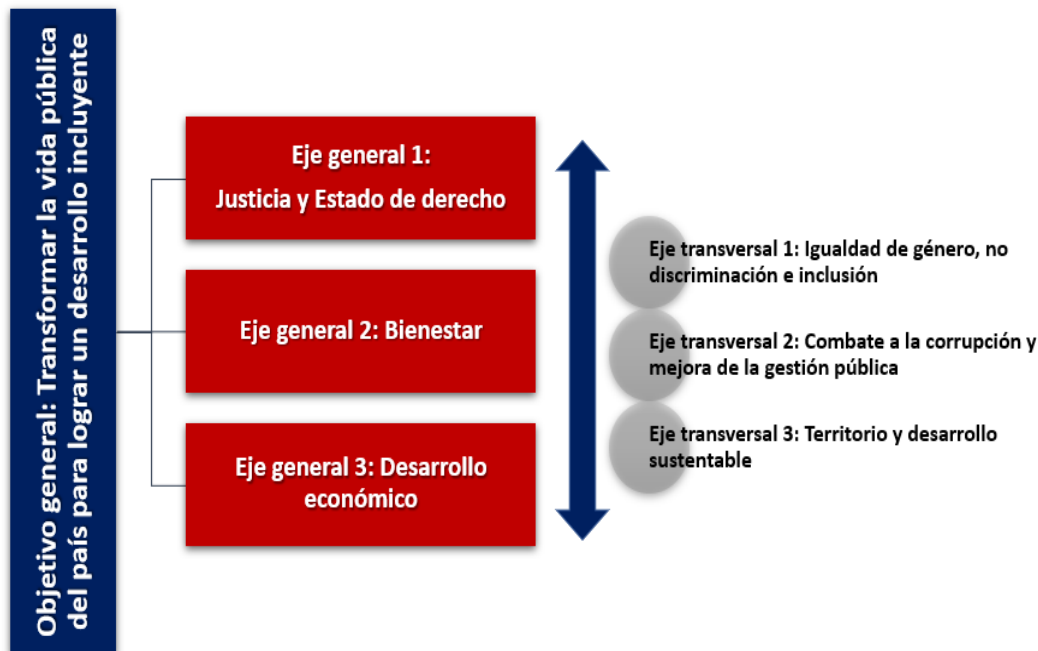
Imagen III. 1 Esquema general del PND 2019-2024 .....	3
Imagen III. 2. Esquema PED Oaxaca 2016-2022 .....	6
Imagen III. 3 Zonificación del POEGT.....	9
Imagen III. 4 Localización del proyecto con respecto al POEGT.....	12
Imagen III. 5 Esquema POERTEO.....	19
Imagen III. 6 Zonificación de UGAs POERTEO.....	20
Imagen III. 7 Localización del proyeto con respecto al POERTEO .....	21
<b>Imagen III. 8</b> Localización del proyecto con respecto a ANP's Federales.....	29
<b>Imagen III. 9</b> Localización del proyecto con respecto a las ADVC.....	30
<b>Imagen III. 10.</b> Localización del proyecto con respecto a las ANP estatales .....	31
<b>Imagen III. 11</b> Localización del proyecto con respecto a las AICA: .....	32
<b>Imagen III. 12</b> Localización del proyecto con respecto a las RTP:.....	33
<b>Imagen III. 13</b> Localización del proyecto con respecto a las RMP: .....	34
<b>Imagen III. 14</b> Localización del proyecto con respecto a las RHP: .....	35
<b>Imagen III. 15</b> Localización del proyecto con respecto a sitios RAMSAR.....	37

### III. NORMATIVIDAD APLICABLE

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

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

Imagen III. 1 Esquema general del PND 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 sustentable.

Fuente: Elaboración SECIRA, 2021 con datos PND 2019-2024

**Tabla III. 1 Vinculación con los ejes y objetivos del PND**

Eje y objetivo del PND	Vinculación
<p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p>	<p>El proyecto se encuentra dentro del marco del Plan Nacional de Desarrollo, específicamente se desprende del programa nacional de conservación de carreteras, mismo que se enfoca en modificar y acrecentar de forma permanente las carreteras y los caminos rurales construidos, para aumentar la movilización de personas y mercancías a todo lo largo y ancho del territorio Nacional.</p> <p>Mediante la ejecución del proyecto se pretende la modernización de un camino rural, el cual se encuentra asociado al Plan Nacional de Desarrollo y es congruente con el Objetivo 3.6, al pretender mejorar una vía de comunicación rural para ofrecer al usuario una infraestructura carretera moderna y segura, que permita disminuir los tiempos de recorrido, los costos del transporte, favorecer el crecimiento regional, así como fortalecer la integración de zonas de producción y de consumo, es decir, orientar el desarrollo de forma sostenible, para superar los desequilibrios entre regiones geográficas, grupos sociales y los sectores productivos.</p>

**Tabla III. 2 Vinculación con estrategias del PND**

Estrategia	Vinculación
<p><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.</b></p>	<p>El proyecto de la MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL CAMINO: "GUADALUPE VICTORIA - SAN ANTONIO OCOTLÁN - E.C. (SAN PEDRO AMUZGOS - CACAHUATEPEC) - RAMAL A SAN PEDRO AMUZGOS, TRAMO DEL KM. 0+000 AL KM. 9+000, CON UNA META DE 9.0 KM.", UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA., se encuentra asociado y es congruente con el Plan Nacional de Desarrollo, de forma específica con el Objetivo 3.6, al pretender modernizar un camino rural existente, ya que plantea que con la mejora de las especificaciones técnicas se den mejores condiciones de servicio, además de brindar mayor seguridad al tránsito vehicular y conectar zonas rurales de difícil acceso. Aunado a lo anterior de acuerdo con Torres et. al. (2002) una adecuada distribución de los recursos destinados a la modernización de la infraestructura carretera repercutirá en una mejor distribución de mercancías, situación que impacta en el nivel de crecimiento regional.</p>
<p><b>3.6.2 Mejorar el acceso a localidades con altos niveles de marginación.</b></p>	<p>El proyecto se localiza en una región que de acuerdo con la SEDESOL (2015) existe un alto grado de marginación, por lo cual el camino que se pretende construir contribuirá significativamente a mejorar el acceso a comunidades rurales marginadas y a promover actividades económicas primarias y secundarias. Por lo anterior se considera que el proyecto puede fungir como un coadyuvante para dar cumplimiento a esta estrategia.</p>
<p><b>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.</b></p>	<p>La construcción del camino rural existente contribuirá a que la red regional de carreteras se incremente y se mejore, por lo que se considera que el proyecto se alinea a esta estrategia.</p>
<p><b>3.6.4 Contribuir a que los puertos sean enlaces de desarrollo costero planificado y a la competitividad nacional e internacional.</b></p>	<p>El proyecto no se localiza cerca de algún puerto, ni pretende la construcción de infraestructura portuaria por lo que la estrategia no se relaciona de forma directa con el proyecto.</p>
<p><b>3.6.5 Propiciar la creación de conjuntos industriales y urbanos de desarrollo alrededor de las vías de comunicación.</b></p>	<p>El sector del proyecto corresponde a una vía de comunicación por lo que no se relaciona con la estrategia.</p>
<p><b>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.</b></p>	<p>La aplicación y ejecución de esta estrategia corresponde a los diferentes órdenes de gobierno, sin embargo, la promovente del proyecto garantiza la transparencia y total cumplimiento de las obligaciones que le competan en este proyecto.</p>

### III.1.2 PLAN ESTATAL DE DESARROLLO (PED) DEL ESTADO DE OAXACA



El Plan Estatal de Desarrollo 2016-2022 (PED 2016-2022) es el resultado de un proceso de participación incluyente, que recoge las necesidades y las aspiraciones de las y los oaxaqueños a través de la amplia participación ciudadana reflejada en las propuestas y demandas expresadas en once foros sectoriales, ocho foros regionales y un foro virtual, que incluyó la colaboración de representantes de los sectores social, privado, académico y público.

El PED 2016-2022 está estructurado en cinco ejes rectores:

- 1) Oaxaca incluyente con desarrollo social, que tiene por objetivo mejorar la calidad de vida y garantizar el acceso a los derechos sociales de toda la población.
- 2) Oaxaca moderno y transparente, que busca tener un estado fuerte, honesto, de principios y valores, cohesionado y competitivo.
- 3) Oaxaca seguro, que está enfocado en generar una sociedad segura, mediante la protección de su ciudadanía, la prevención del delito y el respeto de los derechos humanos.
- 4) Oaxaca productivo e innovador, cuyo fin es potenciar el desarrollo de todos los sectores económicos a través del empleo y la inversión nacional e internacional.
- 5) Oaxaca sustentable, que busca conservar y preservar las riquezas naturales y culturales de nuestra entidad.

Específicamente el proyecto se relaciona directamente con el eje rector IV Oaxaca productivo e innovador, por lo que a continuación, se presentan los objetivos, estrategias y líneas de acción vinculables con el proyecto.

**Tabla III. 3 Vinculación con el diagnóstico del PED Oaxaca 2016-2022**

Diagnostico	Vinculación
<p><b>Infraestructura carretera</b> La infraestructura carretera moviliza la mayor parte del transporte de carga (55% del total) y de personas (98% del total) que transitan por el país. Para atender esta demanda, la red carretera nacional cuenta con 377,660 km de longitud, dividida entre la red federal (49,652 km), las carreteras alimentadoras estatales (83,982 km), la red rural (169,429 km) y las brechas mejoradas (74,957 km). Para mayor detalle, la infraestructura estatal presenta la siguiente situación:</p> <p>A nivel estatal la red carretera, de acuerdo con Caminos y Aeropista de Oaxaca (cao), tiene una extensión de 24,836.8 km, distribuida en 3,085.2 km de carreteras troncales; 5,291.1 km de carreteras alimentadoras; 14,641.2 km de caminos rurales y 1,819.3 km de brechas.</p> <p>En cuanto a la red troncal, integrada por las vías de comunicación que unen a las ciudades oaxaqueñas más importantes con las entidades vecinas y con el resto del país, presenta el siguiente estado físico: 60% bueno, 20% regular y 20% está en mal estado. Por su parte, en la red alimentadora estatal que permite la comunicación interregional y el enlace de los núcleos de población más importantes del estado, se observa la situación física siguiente: buena en 35%, regular en 20% y mala en 45%. Mientras que, en la red de caminos rurales y brechas, cuya función principal es la integración territorial, se observa que: 30% está en buenas condiciones, 25% en estado regular y 45% en malas condiciones.</p> <p>En términos de accesibilidad, los 570 municipios oaxaqueños cuentan con acceso por vía terrestre. Por otra parte, 50% de estos municipios dispone de accesos carreteros pavimentados, por lo que la atención del resto representa una carencia que debe atenderse a la brevedad. En lo concerniente a las cabeceras distritales, 28 de las 30 cuentan con acceso carretero pavimentado, una situación que se mantiene desde el año 2005.</p>	<p>Dado que el diagnóstico del plan estatal de desarrollo indica que solo el 50% de los municipios de la entidad cuenta con vialidades pavimentadas y que es una carencia que debe atenderse a la brevedad, se considera que la modernización del camino "GUADALUPE VICTORIA - SAN ANTONIO OCOTLÁN - E.C. (SAN PEDRO AMUZGOS - CACAHUATEPEC) - RAMAL A SAN PEDRO AMUZGOS, TRAMO DEL KM. 0+000 AL KM. 9+000, CON UNA META DE 9.0 KM.", UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA, debe considerarse como prioritario, ya que con su ejecución podrán atenderse las necesidades de comunicación de las comunidades aisladas con los centros urbanos, para promover un desarrollo equilibrado.</p> <p>Por lo anterior y con base en la naturaleza del proyecto y el diagnostico presentado, se considera que el proyecto se alinea y contribuirá en la consecución de objetivos del plan estatal de desarrollo vigente.</p>



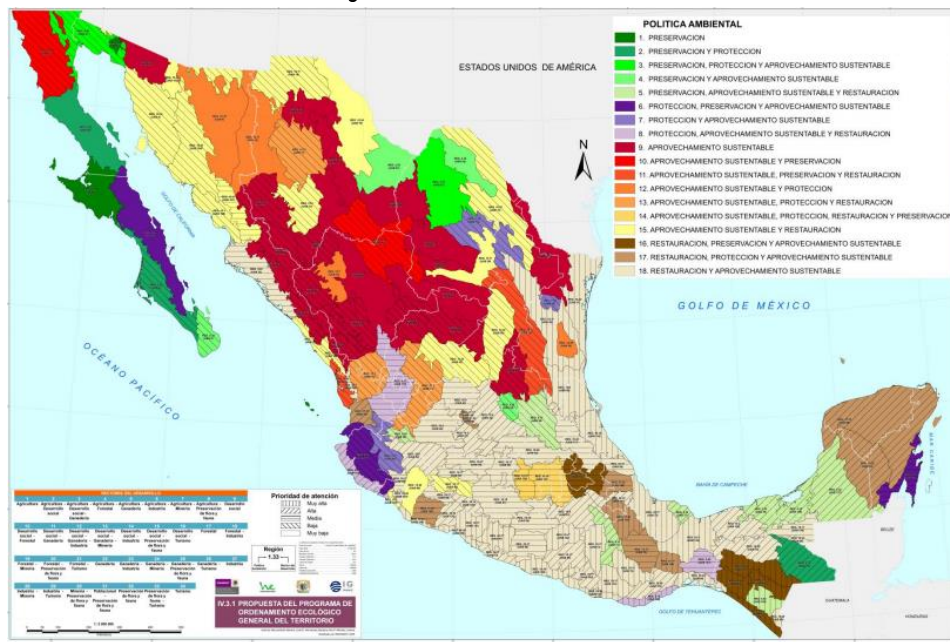
**Tabla III. 4 Vinculación con las estrategias y líneas de acción del PED Oaxaca 2016-2022**

Estrategias y líneas de acción	Vinculación
<p><b>Subsector 4.4. comunicaciones y transportes</b></p> <p><b>Estrategia 1.2:</b> Incrementar y mantener en buenas condiciones físicas la red de carreteras y caminos existentes en Oaxaca para mejorar la conectividad municipal, regional, interestatal y nacional.</p> <p><b>Líneas de acción:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Incrementar la red carretera del estado privilegiando la conectividad como factor de desarrollo, fortaleciendo la competitividad territorial.</li> <li>• Generar la corresponsabilidad de las comunidades beneficiadas, a través del tequio, en la conservación y reconstrucción de la red carretera y caminera.</li> <li>• Conservar y reconstruir la infraestructura carretera estatal.</li> </ul> <p><b>Estrategia 2.1:</b> Garantizar una movilidad eficiente y sustentable que mejore la seguridad y el servicio con medios de transporte terrestres motorizados y no motorizados, y el diseño de vías de comunicación adecuadas a los distintos centros poblacionales de Oaxaca.</p> <p><b>Líneas de acción:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Crear mecanismos de capacitación de operadores y prestadores del servicio de transporte público.</li> <li>• Desarrollar el primer plan de movilidad urbana en el estado que permita generar certeza y confiabilidad en el transporte de personas y mercancías.</li> <li>• Implementar un sistema integral de transporte para la Zona Metropolitana y en el interior del estado.</li> </ul>	<p>El proyecto se relaciona directamente con el eje rector IV ya que de este eje se depende la estrategia 1.2 Incrementar y mantener en buenas condiciones físicas la red de carreteras y caminos existentes en Oaxaca para mejorar la conectividad municipal, regional, interestatal y nacional, dada la necesidad presentada en dicha estrategia, se considera que el proyecto se alinea totalmente con el plan estatal de desarrollo, ya que la modernización del camino existente aumentará la conectividad en la región con la finalidad de que las comunidades indígenas y/o de alta marginación cuenten con un acceso seguro, eficiente y moderno; teniendo como consecuencia una mejora en la calidad de vida y el aumento de actividades económicas al favorecer las condiciones para el transporte de mercancías. Es por esto por lo que proyecto denominado MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL CAMINO: "GUADALUPE VICTORIA - SAN ANTONIO OCOTLÁN - E.C. (SAN PEDRO AMUZGOS - CACAHUATEPEC) - RAMAL A SAN PEDRO AMUZGOS, TRAMO DEL KM. 0+000 AL KM. 9+000, CON UNA META DE 9.0 KM.", UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA. se integra a la estrategia de conectividad estatal, mediante infraestructura, pieza clave para lograr abatir la marginación en la que se encuentran diversas localidades de esta región.</p>

## 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).

### III.2.1 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO.

Imagen III. 3 Zonificación del POEGT



Fuente: POEGT, 2012

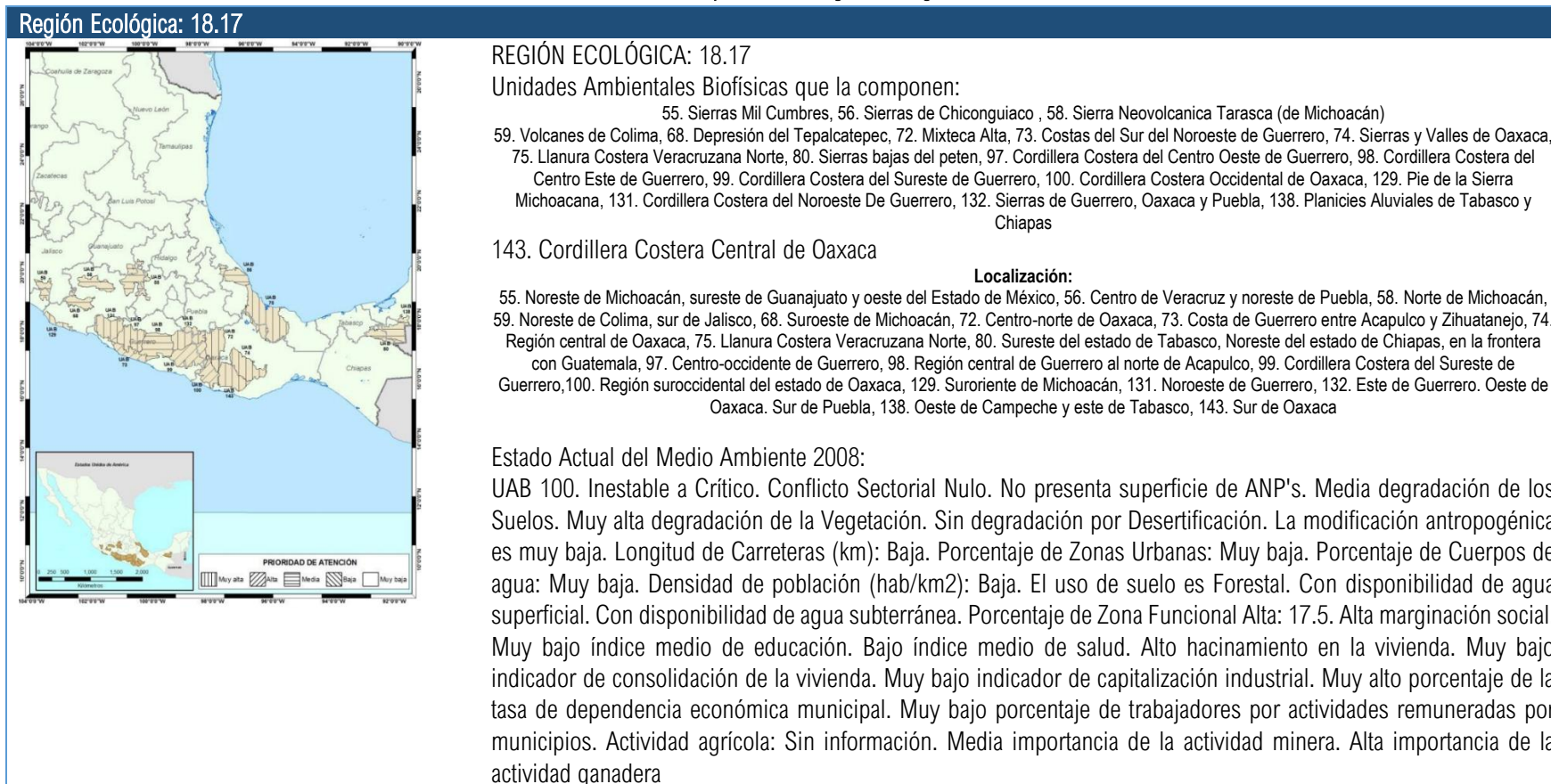
El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) tiene sustento legal en la LGEEPA y su Reglamento de la LGEEPA en Materia de Ordenamiento Ecológico (RLGEEPAOE). Es un instrumento de política pública sustentado en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la protección Ambiental (LGEEPA) y en su Reglamento en materia de Ordenamiento Ecológico. Es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional y tiene como propósito vincular las acciones y programas de la Administración Pública Federal que deberán observar la variable ambiental en términos de la Ley de Planeación.

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

Las regiones ecológicas se integran por un conjunto de 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 con la localización geográfica del proyecto y conforme a la regionalización establecida en el POEGT se identificó que las obras y/o actividades que propone el proyecto se ubica en la Región Ecológica 18.17 que abarca la UAB 100; denominada "Cordillera Costera Occidental de Oaxaca".

**Tabla III. 5 Descripción de la Región Ecológica: 18.17**



Fuente. POEGT, 2012

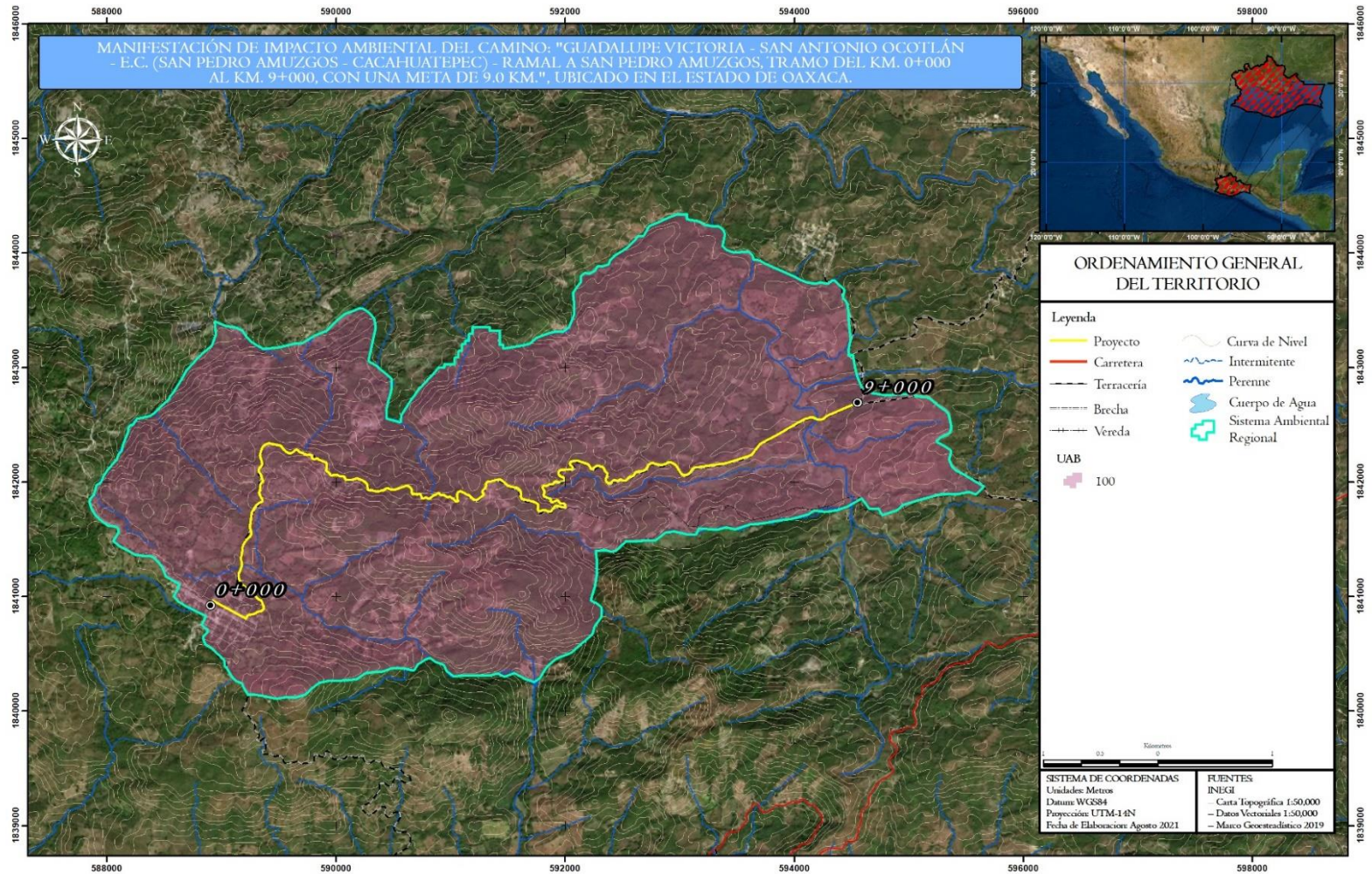
**Tabla III. 6 Estrategias aplicables para las UAB 100**

Clave región	UAB	Nombre	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros Sectores de Interés	Nivel atención Prioritaria	de Estrategias
18.17	100	Cordillera Costera Occidental Oaxaca	de Forestal	Ganadería - Preservación de Flora y Fauna	Agricultura - Poblacional	Minería - Pueblos Indígenas	Alta	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 24, 25, 26, 27, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44

Fuente. POEGT, 2012

A continuación, se presenta la localización del proyecto con respecto a la zonificación establecida en el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT).

Imagen III. 4 Localización del proyecto con respecto al POEGT



Fuente: Elaboración propia con datos POEGT.

En la siguiente tabla se detallan las estrategias de aplicables para la Unidad Ambiental Biofísica (UAB) involucrada con el proyecto.

**Tabla III. 7 Estrategias de las Unidades Ambientales Biofísicas (UAB) 100 donde se inserta el proyecto.**

Estrategias UAB 100	
<b>Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio</b>	
<b>A) Preservación</b>	1. Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad. 2. Recuperación de especies en riesgo.
<b>B) Aprovechamiento sustentable.</b>	3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad. 4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales. 5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios. 6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas. 7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales. 8. Valoración de los servicios ambientales
<b>C) Protección de los recursos naturales.</b>	12. Protección de los ecosistemas. 13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.
<b>D) Restauración.</b>	14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.
<b>E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios</b>	15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables. 15 bis: Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.
<b>Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana</b>	
<b>A) Suelo Urbano y Vivienda</b>	24. Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio.
<b>B) Zonas de Riesgo y prevención de contingencias</b>	25. Prevenir y atender los riesgos naturales en acciones coordinadas con la sociedad civil. 26. Promover la reducción de la vulnerabilidad física.
<b>C) Agua y saneamiento.</b>	27. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región. 28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico.
<b>E) Desarrollo social.</b>	33. Apoyar el desarrollo de capacidades para la participación social en las actividades económicas y promover la articulación de programas para optimizar la aplicación de recursos públicos que conlleven a incrementar las oportunidades de acceso a servicios en el medio rural y reducir la pobreza. 34. Integración de las zonas rurales 35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos. 36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa.

### Estrategias UAB 100

Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza.

37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.

38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.

40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación.

41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.

#### Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional

##### A) Marco jurídico.

42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.

##### B) Planeación del ordenamiento territorial.

43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al Catastro Rural y la Información Agraria para impulsar proyectos productivos.

44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.

Fuente. POEGT, 2012

Para el POEGT 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.

**Tabla III. 8 Vinculación con las estrategias de la UAB 100 del POEGT**

Estrategias UAB 100	Vinculación
<p><b>Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio</b></p>	<p>En cuanto a las estrategias del grupo I relacionadas con: A) Preservación, B) Aprovechamiento sustentable, C) Protección de los recursos naturales, D) Dirigidas a la Restauración y E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios:</p>
<p><b>A) Preservación</b></p>	<p>El proyecto pretende promover su cumplimiento mediante la aplicación y ejecución de diversas acciones enmarcadas en la protección y restauración de los recursos naturales, dichas acciones se describen subsecuentemente en el presente documento, sin embargo, es importante mencionar que las medidas propuestas se encuentran principalmente orientadas a la protección y prevención de la contaminación de recursos sensibles como suelo, agua, flora y fauna. El objetivo primordial de las acciones propuestas es prevenir la erosión, proteger la calidad de agua, promover la protección y conservación de flora y fauna, así como mantener los servicios ambientales.</p>
<p>1. Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad.</p>	<p>Algunas de las medidas propuestas son:</p>
<p>2. Recuperación de especies en riesgo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se ejecutará un plan integral de manejo de residuos sólidos.</li> </ul>
<p>3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Para evitar la generación de basura en el área de tiro se ubicarán contenedores para que el personal de operación, se prohíba terminantemente verter desechos al suelo o cuerpo de agua.</li> </ul>
<p><b>B) Aprovechamiento sustentable.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La empresa constructora debe desarrollar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos utilizados,</li> </ul>
<p>4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacitar al personal sobre la importancia y conservación de los recursos naturales.</li> </ul>
<p>5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prohibir la extracción de flora silvestre, principalmente aquellas que se encuentren bajo alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010.</li> </ul>
<p>6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rescate, ahuyentamiento y reubicación de fauna silvestre.</li> </ul>
<p>7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se regarán las zonas de trabajo para evitar el levantamiento de polvos.</li> </ul>
<p>8. Valoración de los servicios ambientales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deberán evitarse excavaciones y remociones de suelo innecesarias</li> </ul>
<p><b>C) Protección de los recursos naturales.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los árboles cercanos al trazo serán marcados para que no sean afectados.</li> </ul>
<p>12. Protección de los ecosistemas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Llevar a cabo recorridos con el propósito de ahuyentar la fauna nativa y natural para evitar su afectación</li> </ul>
<p>13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de bio fertilizantes</p>	
<p><b>D) Restauración.</b></p>	
<p>14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas</p>	
<p><b>E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios</b></p>	
<p>15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.</p>	
<p>15 Bis: Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.</p>	
<p>18. Establecer mecanismos de supervisión e inspección que permitan el cumplimiento de metas y niveles de seguridad adecuados en el sector de hidrocarburos</p>	



Estrategias UAB 100	Vinculación
	<p>Con la aplicación de las medidas de mitigación descritas subsecuentemente en este documento (ver capítulo VI), se busca asegurar la viabilidad ambiental del proyecto y de igual manera dar cumplimiento a las estrategias del grupo I.</p>

Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana	
<p><b>A) Suelo urbano y vivienda</b> 24. Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio.</p>	<p>Considerando que el estado de Oaxaca es eminentemente rural, es innegable que la dotación de servicios y producción depende en buena medida de la infraestructura carretera. Bajo este indicador, el estado cuenta con diversas actividades económicas importantes que contribuyen al crecimiento agrícola, ganadero y turístico a nivel local, regional y nacional.</p> <p>Derivado de lo anterior y con relación en las estrategias del grupo II, el proyecto pretende la modernización de un camino rural existente en una región agrícola donde se busca:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Garantizar la seguridad de los usuarios.</li> <li>• Incentivar el crecimiento económico</li> <li>• Mejorar la transitabilidad en el traslado de productos</li> </ul> <p>Con base en esto se puede establecer que el proyecto se alinea con las estrategias relacionadas con A) Suelo urbano y vivienda, B) Zonas de riesgo, C) Agua y saneamiento y prevención de contingencias, D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional, y E) Desarrollo Social, toda vez que, se prevé que con la inserción del proyecto, se promueva e incentive una mejora en la dinámica económica y social, dando además una mayor seguridad y accesibilidad a las comunidades rurales con alto grado de rezago y carencia de infraestructura de calidad, ya que de acuerdo con Torreblanca (2008) la infraestructura tanto incrementa el crecimiento y reduce la desigualdad en el ingreso implica que el desarrollo de infraestructura puede ser un ingrediente clave en la reducción de la pobreza.</p>
<p><b>B) Zonas de Riesgo y prevención de contingencias</b> 25. Prevenir y atender los riesgos naturales en acciones coordinadas con la sociedad civil. 26. Promover la reducción de la vulnerabilidad física.</p>	
<p><b>C) Agua y saneamiento</b> 27. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región.</p>	
<p><b>E) Desarrollo social.</b> 33. Apoyar el desarrollo de capacidades para la participación social en las actividades económicas y promover la articulación de programas para optimizar la aplicación de recursos públicos que conlleven a incrementar las oportunidades de acceso a servicios en el medio rural y reducir la pobreza.</p>	
<p>34. Integración de las zonas rurales 35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos. 36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza. 37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas. 38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza. 40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad,</p>	

### Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana

dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación.

41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.

### Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional

A) Marco jurídico.

42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.

B) Planeación del ordenamiento territorial.

43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos.

44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.

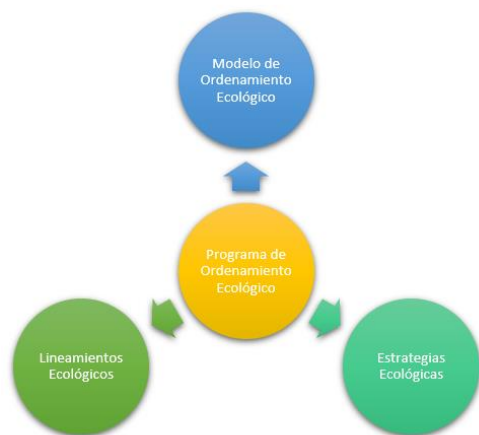
Por su parte las estrategias del grupo III, con el presente proyecto se pretende ayudar en el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad con el fin de impulsar proyectos productivos y que faciliten las actividades económicas de la región.

**Tabla III. 9 Vinculación con los lineamientos del POEGT**

Lineamiento	Vinculación
<p><b>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.</b></p>	<p>Tomando en cuenta que el proyecto refiere a una modernización de un camino existente en donde los impactos de mayor severidad se presentaron durante la apertura del camino actual y que el mencionado proyecto se somete para ser evaluado por la autoridades competentes en materia de Impacto Ambiental, se prevé que la ejecución del proyecto no ponga en riesgo el equilibrio ecológico y la dinámica ecosistémica del área del proyecto, aunado a esto se proponen diversas medidas de mitigación para asegurar la viabilidad ambiental de este y son propuestas tomando siempre en cuenta el cumplimiento la normatividad aplicable.</p>
<p><b>4. Contar con mecanismos de coordinación y responsabilidad compartida entre los diferentes niveles de gobierno para la protección, conservación y restauración del capital natural.</b></p>	<p>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 Oaxaca.</p>
<p><b>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.</b></p>	<p>Con el objetivo de preservar la flora y la fauna se proponen medidas de prevención y mitigación en el tales como:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El rescate de ejemplares de flora,</li> <li>• Ejecutar actividades reforestación y</li> <li>• Realizar periódicamente el ahuyentamiento de fauna.</li> <li>• Adaptar pasos obras de drenaje como pasos de fauna</li> </ul> <p>El total de las medidas propuestas se presenta en el capítulo VI de la presente MIA R.</p>
<p><b>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.</b></p>	<p>El proyecto plantea la modernización de un camino rural en una zona que se ha visto impactada a lo largo del tiempo debido a las actividades de agrícolas y ganaderas, por lo que, si bien se generará una serie de impactos negativos, se prevé que estos impactos no sean altamente significativos y que se vean reducidos mediante la ejecución de las medidas de mitigación y la aplicación del plan de vigilancia ambiental. Con lo anterior se podrá garantizar la viabilidad ambiental del proyecto y dar cumplimiento al presente lineamiento al no comprometer el equilibrio ecológico y la prestación de los servicios ambientales actuales.</p>

### III.2.3 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL ESTADO DE OAXACA

Imagen III. 5 Esquema POERTEO



Fuente: Elaboración propia con datos POERTEO

El Estado de Oaxaca tiene el Programa De Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Oaxaca (POERTEO), publicado en el Periódico Oficial del estado el día 27 de febrero de 2016.

La siguiente figura esquematiza los elementos que dan lugar UGA al POERTEO. Como podemos observar, la unión del modelo de ordenamiento con los lineamientos y las estrategias ecológicas generan el Programa de Ordenamiento Ecológico.

El modelo de Ordenamiento Ecológico (MOE) es la representación, en un sistema de información geográfica, de las UGA's. En tanto una UGA es la unidad mínima del área de Ordenamiento Ecológico a la que se asignan lineamientos y estrategias ecológicas. Posee condiciones de homogeneidad de aptitud del territorio (definidos por atributos ambientales y socioeconómicos), además representa la unidad estratégica de manejo que permite minimizar los conflictos ambientales, maximizando el consenso entre los sectores respecto a la utilización del territorio.

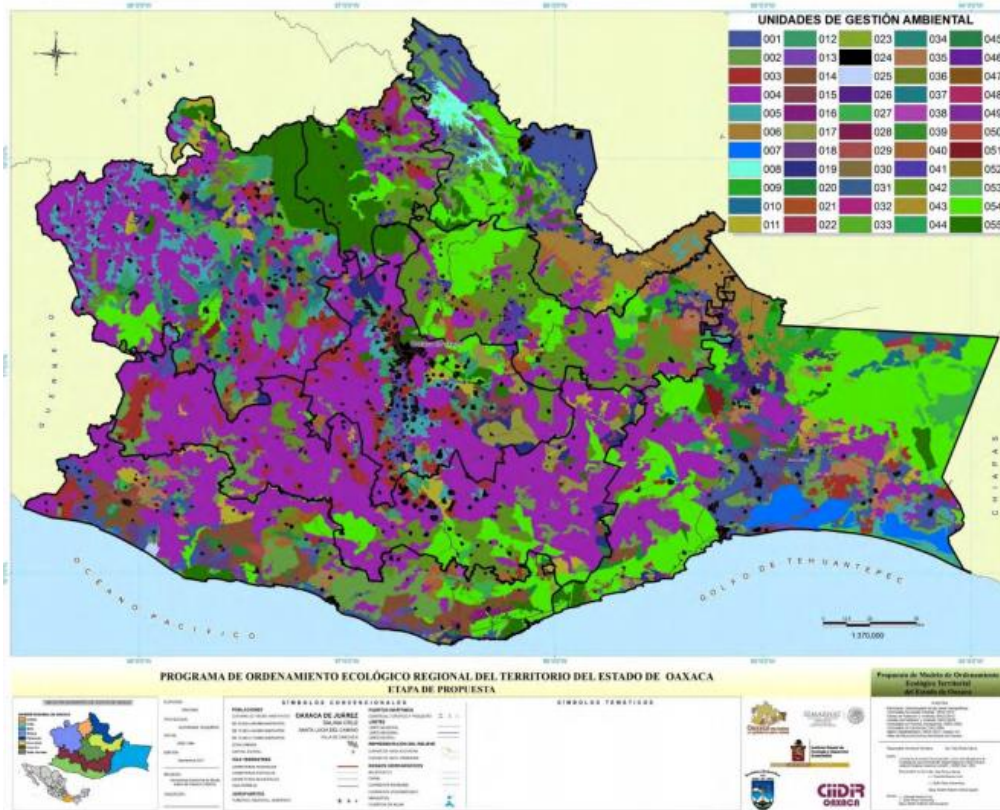
A fin de presentar de una forma simplificada la información referente a las estrategias ecológicas, se optó por organizar las UGA's, en primer lugar, con base en su política, y posteriormente, por sectores, definiendo en cada uno las estrategias particulares que se deberán aplicar cuando el sector en cuestión sea recomendado o condicionado.

Políticas ambientales, lineamientos, estrategias programas y acciones

Una vez que han sido identificadas las UGAs en el MOE, se define la política ambiental y lineamientos ecológicos que les corresponden. En este caso, el estatus coincide con la política asignada, es decir, el estatus definió la política ambiental que cada UGA tendría dentro del Modelo de ordenamiento.

- **Política ambiental** Las políticas ambientales definirán las medidas necesarias para prevenir o disminuir las afectaciones al ambiente y por tanto minimizar los conflictos ambientales entre sectores. Según las definiciones del Manual de Ordenamiento Ecológico (SEMARNAT 2006), existen cuatro tipos de política:
  - a) Política de Aprovechamiento
  - b) Política de Conservación
  - c) Política de Restauración
  - d) Política de Protección.
- **Lineamientos ecológicos** De acuerdo con el reglamento de la LGEEPA en materia de ordenamiento, un lineamiento ecológico es una meta o enunciado general que refleja el estado deseable de una unidad de gestión ambiental. Los lineamientos fueron construidos con base en: la política ambiental que correspondiera a la UGA
- **Estrategias ecológicas** De acuerdo con el reglamento de la LGEEPA, una estrategia ecológica es la integración de los objetivos específicos, acciones, proyectos y programas que coadyuvan en el cumplimiento de los lineamientos ecológicos, así como a la minimización de conflictos ambientales.
- **Los criterios de regulación ecológica** son aspectos generales o específicos que norman los diversos usos de suelo en el área de ordenamiento e incluso de manera específica a nivel de las distintas Unidades de Gestión Ambiental

Imagen III. 6 Zonificación de UGAs POERTEO



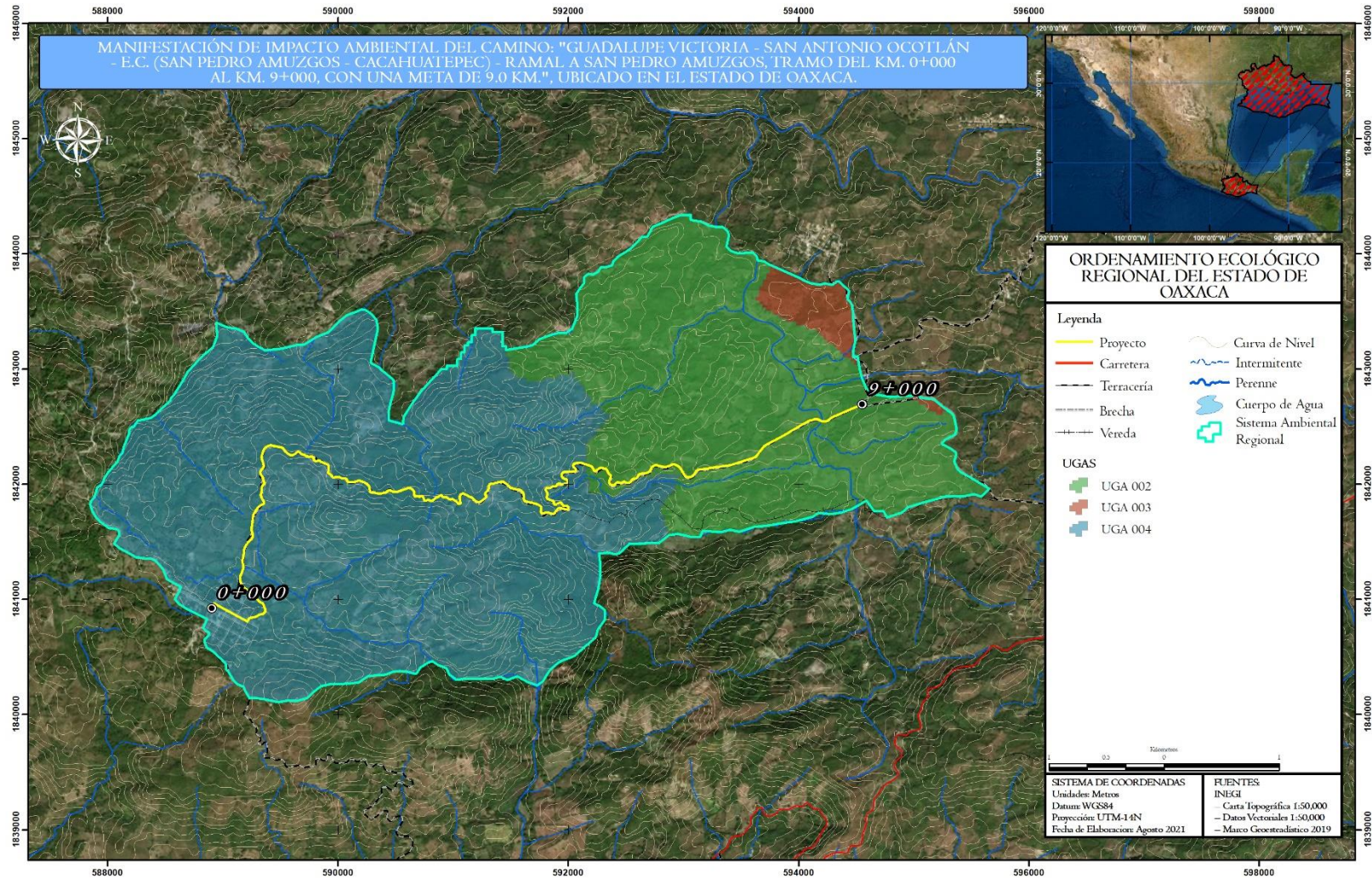
Fuente: POERTEO, 2016

El MOE del POERTEO está compuesto por 55 unidades de gestión ambiental, con la siguiente distribución:

- 26 UGAs están definidas con estatus de Aprovechamiento Sustentable (47%), especialmente representan el 67.79 por ciento del total del territorio del estado.
- 14 UGAs están definidas con estatus de Conservación con aprovechamiento (25%), especialmente representan el 9.34 por ciento del total del territorio del estado.
- 13 UGAs están definidas con estatus de Restauración con aprovechamiento (24%), especialmente representan el 4.10 por ciento del total del territorio del estado.
- 2 UGAs están definidas con estatus de Protección (4%), especialmente representan el 18.78 por ciento del total del territorio del estado.

Con base en lo anterior y de acuerdo con el análisis cartográfico realizado, se tiene que el área del proyecto se encuentra inmersa en tres UGA's del POERTEO, estas se identifican con los numerales 02 y 04 ambas con una política de aprovechamiento sustentable. La localización del proyecto dentro de la delimitación correspondiente al POERTEO se muestra en la siguiente imagen.

Imagen III. 7 Localización del proyecto con respecto al POERTEO



Fuente:  
Elaboración propia con datos POERTEO

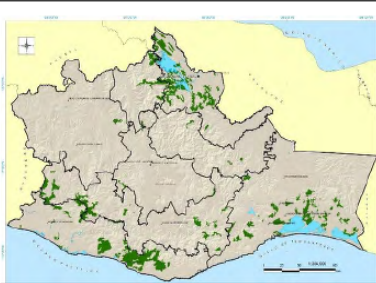

**Tabla III. 10 Principales características de las UGA's donde se inserta el proyecto**

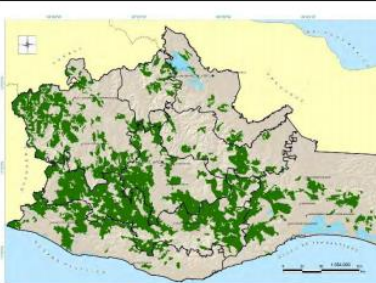

UGA	Política	Sectores recomendados	Superficie (ha)	Biodiversidad	Nivel de riesgo	Nivel de presión
002	Aprovechamiento Sustentable	Agrícola, acuícola, ganadería	537,572.25	Alta	Medio	Bajo
004	Aprovechamiento Sustentable	Forestal apícola	2,669,584.86	Alta	Medio	Bajo

Fuente: Elaboración propia con datos POERTEO

A continuación, se presenta la descripción de las mencionadas UGA´s que inciden directamente en el área del proyecto en cuestión.

**Tabla III. 11 Ficha descriptiva de la UGAs donde incide el proyecto**

<b>Aprovechamiento Sustentable</b>	
Clave:UGA 002	
	<p><b>Superficie (ha.)</b></p> <p><b>Población</b></p> <p><b>Regiones</b></p> <p><b>Riesgo (nivel)**</b> Medio</p> <p><b>Biodiversidad**</b> Alta</p> <p><b>Presión (nivel)**</b> Bajo</p> <p><b>Cobertura</b> Agricultura 14.92%; Asentamientos Humanos 0.00%; Bosque de Coníferas 0.55%; Bosque de Coníferas y Latifoliadas 9.87%; Bosque de Encino 2.03%; Bosque Mesofilo de Montaña 2.06%; Cuerpo de Agua 0.56%; Matorral Xerófilo 0.00%; Pastizal 12.32%; Selva Caducifolia y Subcaducifolia 28.01%; Selva Perennifolia y Subperennifolia 29.07%; Sin vegetación aparente 0.42%; Vegetación Acuática 0.21%</p> <p><b>Aptitud (sector)</b> Uso Recomendado: S3, S1, S8 Uso Condicionado: S9, S2, S9 ( E ) Uso No recomendado: S6, S11 Sin Aptitud: S4, S7, S10</p> <p><b>Escenario</b> Actual</p> <p><b>Conflictos</b> S3 - S8, S3 - S9, S3 - S2, S2 - S1, S1 - S8, S1 - S9, S8 - S9, S8 - S2, S9 - S2</p> <p><b>Lineamientos</b> Aprovechar y conservar los recursos florísticos y el agua de las 388,987 ha de bosques y selvas para el desarrollo de las actividades apícola y acuícola con técnicas de bajo impacto, además de aprovechar las 143,101 ha productivas para actividades agropecuarias e industriales mejorando los procesos de producción, para conservar los recursos y biodiversidad del área.</p>
	<p><b>Comentarios</b> El sector agrícola que se encuentra condicionado tiene riesgo de inundación en las regiones de Costa, Istmo, Papaloapan, Sierra Norte, Sierra Sur y Valles Centrales (asociada a márgenes de ríos).</p>
<p><b>Criterios de regulación ecológica</b> C-013, C-014, C-015, C-016, C-017, C-019, C-020, C-029, C-033, C-034, C-035, C-036, C-044, C-045, C-046, C-</p>	

<b>Aprovechamiento Sustentable</b>	
Clave:UGA 004	
	<p><b>Superficie (ha.)</b></p> <p><b>Población</b></p> <p><b>Regiones</b></p> <p><b>Riesgo (nivel)**</b> Medio</p> <p><b>Biodiversidad**</b> Alta</p> <p><b>Presión (nivel)**</b> Bajo</p> <p><b>Cobertura</b> Agricultura 8.39%; Asentamientos Humanos 0.00%; Bosque de Coníferas 11.28%; Bosque de Coníferas y Latifoliadas 38.92%; Bosque de Encino 3.94%; Bosque Mesofilo de Montaña 3.45%; Cuerpo de Agua 0.03%; Matorral Xerófilo 0.67%; Pastizal 9.18%; Selva Caducifolia y Subcaducifolia 20.66%; Selva Perennifolia y Subperennifolia 3.44%; Sin vegetación aparente 0.02%; Vegetación Acuática 0.02%</p> <p><b>Aptitud (sector)</b> Uso Recomendado: S7, S3 Uso Condicionado: S9, S10, S9 ( E ) Uso No recomendado: S6, S11 Sin Aptitud: S2, S1, S4, S8</p> <p><b>Escenario</b> Tendencial</p> <p><b>Conflictos</b> S7 - S10, S3 - S9, S3 - S10</p> <p><b>Lineamientos</b> Aprovechar sustentablemente las 2,198,670 ha de bosques y selvas para actividades forestales y apícolas, así como las 469,579 ha con para actividades productivas con las mejores prácticas y el menor impacto, para mantener un desarrollo equilibrado que permite conservar los recursos y servicios ambientales y transitar de actividades agropecuarias hacia actividades de tipo industrial.</p>
	<p><b>Comentarios</b> Se deberá transitar de actividades con uso no recomendado o sin aptitud hacia actividades de uso recomendado o condicionado</p>
<p><b>Criterios de regulación ecológica</b> C-013, C-014, C-015, C-016, C-017, C-029, C-033, C-034, C-035, C-039, C-045, C-046, C-047, C-</p>	

Fuente: POERTEO

En la tabla siguiente se presentan los lineamientos ecológicos para cada UGA que incide en el proyecto.

**Tabla III. 12 Lineamientos y criterios aplicables de las UGA's que inciden con el proyecto**

UGA	Política	Uso recomendado	Usos condicionados	Usos no recomendados	Sin aptitud	Lineamiento a 2025	Criterios
002	Aprovechamiento Sustentable	Apícola, acuícola, ganadería	Industria, agrícola, industria eólica	Ecoturismo, turismo	Asentamientos Humanos, forestal, minería	Aprovechar y conservar los recursos florísticos y el agua de las 388,987 ha de bosques y selvas para el desarrollo de las actividades apícola y acuícola con técnicas de bajo impacto, además de aprovechar las 143,101 ha productivas para actividades agropecuarias e industriales mejorando los procesos de producción, para conservar los recursos y biodiversidad del área.	C-013, C-014, C-015, C-016, C-017, C-019, C-020, C-029, C-033, C-034, C-035, C-036, C-044, C-045, C-046, C-047
004	Aprovechamiento Sustentable	Forestal, apícola	Industria, minería, industria eólica	Ecoturismo, turismo	Agrícola, acuícola, asentamientos humanos, ganadería	Aprovechar sustentablemente las 2,198,670 ha de bosques y selvas para actividades forestales y apícolas, así como las 469,579 ha con para actividades productivas con las mejores prácticas y el menor impacto, para mantener un desarrollo equilibrado que permite conservar los recursos y servicios ambientales y transitar de actividades agropecuarias hacia actividades de tipo industrial.	C-013, C-014, C-015, C-016, C-017, C-029, C-033, C-034, C-035, C36 C-039, C-045, C-046, C-047, C48

Fuente: Elaboración propia con datos POERTEO



### Vinculación

A continuación, se presenta de forma desglosada cada uno de los criterios aplicables para cada una de las UGA's en donde se encuentra inmerso el proyecto, así como la vinculación con cada uno de ellos.

**Tabla III. 13 Vinculación del proyecto con respecto a la UGA 02 y 04**

UGA	Criterio	Descripción	Vinculación
02 y 04	C-013	C-013.- Será indispensable la preservación de las zonas riparias, para lo cual se deberán tomar las previsiones necesarias en las autorizaciones de actividades productivas sobre ellas, que sujeten la realización de cualquier actividad a la conservación de estos ecosistemas.	No se pretende afectar zonas con vegetación riparia toda vez que el proyecto se refiere a la modernización de un camino rural existente el cual cumple con el ancho requerido por lo que las zonas de desmonte serán puntuales y se evitará la afectación de las áreas que presenten cruces con corrientes de agua, específicamente en aquellas donde se albergue vegetación riparia. Además, dentro de las acciones preventivas, de mitigación y compensación se prevé: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ejecutar acciones de revegetación</li> <li>• Marcaje de individuos para delimitar las zonas específicas donde existirá afectación.</li> </ul>
02 y 04	C-014	C-014.- Se evitarán las actividades que impliquen la modificación de cauces naturales y/o los flujos de escurrimientos perennes y temporales y aquellos que modifiquen o destruyan las obras hidráulicas de regulación.	El proyecto no pretende modificar o alterar los flujos naturales de agua ya que la totalidad del proyecto es por la ruta actual del camino existente, además de que se pretende instalar o en su caso sustituir obras de drenaje suficientes para evitarlo, por otra parte, se contemplan medidas de mitigación para evitar que los materiales sobrantes o residuos sólidos de las obras obstruyan las corrientes o cruces de agua, además de la aplicación de un plan integral de manejo de residuos, el cual será ejecutado por una empresa debidamente autorizada la cual será la responsable de la disposición de estos.
02 y 04	C-015	C-015.- Mantener y conservar la vegetación riparia existente en los márgenes de los ríos y cañadas en una franja no menos de 50 m.	No se pretende afectar zonas con vegetación riparia toda vez que el proyecto se refiere a la modernización de un camino rural existente el cual cumple con el ancho requerido por lo que las zonas de desmonte serán puntuales y se evitará la afectación de las áreas que presenten cruces con corrientes de agua, específicamente en aquellas donde se albergue vegetación riparia. Además, dentro de las acciones preventivas, de mitigación y compensación se prevé: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ejecutar acciones de revegetación</li> <li>• Marcaje de individuos para delimitar las zonas específicas donde existirá afectación.</li> </ul>

UGA	Criterio	Descripción	Vinculación
02 y 04	C-016	C-016.- Toda actividad que ejecute sobre las costas deberá mantener la estructura y función de las dunas presentes.	El proyecto no se localiza sobre zonas costeras por lo que el criterio resulta no aplicable para el presente proyecto.
02 y 04	C-017	C-017.- Las autoridades en materia de medio ambiente y ecología tanto estatales como municipales deberán desarrollar instrumentos legales y educativos que se orienten a desterrar la práctica de la quema doméstica y en depósitos de residuos sólidos.	La ejecución de este criterio corresponde a las autoridades de los diferentes órdenes de gobierno, sin embargo, durante la ejecución del proyecto se pretende aplicar plan integral para el manejo de los residuos, así como colocar letreros alusivos indicando donde se deben depositar los residuos durante el desarrollo de las obras, además de que se contemplan medidas de mitigación para evitar que los materiales sobrantes o residuos sólidos de las obras obstruyan las corrientes o cruces de agua. La disposición de residuos será ejecutada por una empresa debidamente autorizada la cual será la responsable de la disposición de estos.
02	C-019	C-019.-En los cuerpos de agua naturales, solo se recomienda realizar la actividad acuícola con especies nativas.	El proyecto solo contempla las actividades constructivas asociadas a la modernización de un camino rural, por lo que no se pretende realizar actividades extractivas o de aprovechamiento sobre cuerpos o corrientes de agua. Debido a lo anterior el criterio no es aplicable.
02	C-020	C-020.- Se deberán tratar las aguas residuales que sean vertidas en cuerpos de agua que abastecen o son utilizados por actividades acuícolas.	El proyecto se refiere a la modernización de un camino rural, y no contempla la generación de aguas residuales, a excepción de las generadas por el uso de los sanitarios móviles; estas aguas residuales serán recolectadas y dispuestas por la misma compañía que sea contratada para otorgar el dicho servicio asegurándose del cumplimiento normativo.
02 y 04	C-029	C-029.- Se evitará la disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o rellenos sobre áreas con vegetación nativa, ríos, lagunas, zonas inundables, cabeceras de cuenca y en zonas donde se afecte la dinámica hidrológica.	El proyecto no prevé modificar o alterar los flujos naturales de agua, ya que se pretende instalar obras de drenaje para que el flujo siga curso normal, y así evitar la dinámica hidrológica se altere, además de que se contemplan medidas de mitigación para evitar que los materiales sobrantes o residuos sólidos de las obras obstruyan las corrientes o cruces de agua, además de la aplicación de un Plan integral de manejo de residuos, el cual será ejecutado por una empresa debidamente autorizada la cual será la responsable de la disposición de los mismos.
02	C-031	C-031.- Toda construcción realizada en zonas de alto riesgo determinadas en este ordenamiento deberá cumplir con los criterios esta.	El proyecto no se localiza en una zona de riesgo alto por lo que el criterio no es aplicable.

UGA	Criterio	Descripción	Vinculación
02	C-032	C-032.-En zonas de alto riesgo, principalmente donde exista la intersección de riesgos de deslizamientos e inundación (ver mapas de riesgos) no se recomienda la construcción de desarrollos habitacionales o turísticos.	El proyecto no se localiza en una zona de riesgo alto, además, no se pretende la construcción de ningún tipo de asentamiento humano por lo que el criterio no es aplicable.
02 y 04	C-033	C-033.- Toda obra de infraestructura en zonas de riesgo de inundación deberá diseñarse de forma que no altere los flujos hidrológicos, conservando en la medida de lo posible la vegetación natural (ver mapa de riesgos de inundación del POERTEO).	El proyecto no se localiza en una zona de riesgo de inundación, aunado a lo anterior el proyecto no prevé modificar o alterar los flujos naturales de agua, ya que se pretende instalar obras de drenaje para que el flujo siga curso normal, y así evitar la dinámica hidrológica se altere
02 y 04	C-034	C-034.- Los apiarios deberán ubicarse a una distancia no menor a tres kilómetros de posibles fuentes de contaminación como basureros a cielo abierto, centros industriales, entre otros.	El proyecto no contempla la instalación de apiarios ya que refiere a una obra del sector de vías de comunicación, por lo cual el criterio no es aplicable.
02 y 04	C-035	C-035.- No se recomienda utilizar repelentes químicos para el manejo de abejas, insecticidas, así como productos químicos y/o derivados del petróleo para el control de plagas en apiarios.	El proyecto refiere a la modernización de una obra vial y no contempla ninguna actividad relacionada con apiarios por lo que este criterio no es aplicable. Aunado a esto, para la ejecución del proyecto queda prohibido el uso de sustancias químicas tales como: herbicidas, fungicidas, insecticidas y repelentes.
02 y 04	C-036	En la utilización de ahumadores estos deberán usar como combustible productos orgánicos no contaminados por productos químicos, evitándose la utilización de hidrocarburos, plásticos y/o excretas de animales que pueden contaminar y/o alterar la miel.	El proyecto no contempla el uso de ahumadores o de ningún instrumento que requiera el uso de material solido combustible, esto debido a que solo se contempla la ejecución de las actividades inherentes a la modernización de un camino rural. Por lo anterior el criterio no es aplicable.
04	C-039	La autoridad competente estatal deberá regular la explotación de encinos y otros productos maderables para la producción de carbón vegetal.	El proyecto no contempla el uso aprovechamiento o explotación de ningún recurso forestal, toda vez que se trata de la modernización de un camino rural con una meta de 9 km.
02	C-043	Los hatos de ganadería intensiva se deberán mantener a una distancia mínima de 500 metros de cuerpos y/o afluentes de agua.	El proyecto refiere a la modernización de un camino y no pretende llevar a cabo actividades relacionadas con la ganadería, por lo que el criterio resulta no aplicable.

UGA	Criterio	Descripción	Vinculación
02	C-044	El uso de productos químicos para el control de plagas en ganado deberá hacerse de manera controlada, con dosis óptimas y alejado de afluentes o cuerpos de agua.	El proyecto refiere a la modernización de un camino y no pretende llevar a cabo actividades relacionadas con la ganadería, aunado a esto el proyecto no pretende usar químicos para el control de plagas, ni herbicidas de ningún tipo, toda vez que el despalme se llevará a cabo de forma manual y mecánica.
02 y 04	C-045	Se recomienda que el establecimiento de industrias que manejen desechos peligrosos sea a una distancia mínima de 5 km de desarrollos habitacionales o centros de población.	El proyecto no pretende la construcción, instalación u operación de ningún tipo de industria, sin embargo, se prevé que durante las diversas etapas del proyecto se puedan generar residuos peligrosos, por lo que se propone aplicar un plan de manejo integral para este tipo de residuos, de igual manera se buscará que los almacenes temporales se localicen al menos a 5 km de desarrollos habitacionales o centros de población y que la recolección y disposición final la realice una empresa autorizada por la SEMARNAT. Con base en lo anterior se pretende dar cumplimiento total a este criterio.
02 y 04	C-046	En caso de contaminación de suelos por residuos no peligrosos, las industrias responsables deberán implementar programas de restauración y recuperación de los suelos contaminados.	El proyecto no pretende la construcción, instalación u operación de ningún tipo de industria, sin embargo, se prevé que durante las diversas etapas del proyecto se puedan generar residuos peligrosos, por lo que se propone aplicar un plan de manejo integral para este tipo de residuos, así como contar con un procedimiento de ejecución en caso de existir contaminación de suelos. Aunado a lo anterior se pretenden ejecutar medidas de mitigación para evitar y mitigar daños al recurso edáfico
02 y 04	C-047	Se deberán prevenir y en su caso reparar los efectos negativos causados por la instalación de generadores eólicos sobre la vida silvestre y su entorno.	No se pretende la instalación de generadores eólicos, toda vez que el proyecto refiere a la construcción de una vía de comunicación, por lo que el criterio resulta no aplicable.
04	C-048	Se recomienda solo otorgar permiso para el uso de explosivos en la actividad minera en áreas con política de aprovechamiento, o preferentemente se deberá remplazar el uso de explosivos por cemento expansivo o corte con hilo diamantado en la actividad minera, cuando se trate de rocas dimensionables.	El proyecto no considera el uso de explosivos para su ejecución, además de que no se relaciona con actividades mineras pues se refiere a la modernización de un camino rural existente. Por lo anterior el criterio no es aplicable.

Se considera que la realización del proyecto del camino: "GUADALUPE VICTORIA - SAN ANTONIO OCOTLÁN - E.C. (SAN PEDRO AMUZGOS - CACAHUATEPEC) - RAMAL A SAN PEDRO AMUZGOS, TRAMO DEL KM. 0+000 AL KM. 9+000, CON UNA META DE 9.0 KM.", UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA, se encuentra alineado a los criterios establecidos en el POERTEO, por lo que se considera que el proyecto es compatible con el mismo, ya que en ningún momento contraviene los criterios establecidos en el mismo.

### III.2.4. ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS (ANP).

Las áreas naturales protegidas son lugares que preservan los ambientes naturales representativos de las diferentes regiones biogeográficas y ecológicas, así como los ecosistemas frágiles, para asegurar el equilibrio y la continuidad de los procesos ecológicos y evolutivos y la conservación y el aprovechamiento sustentable de la biodiversidad y de los servicios ambientales, de los cuales dependemos y formamos parte los seres humanos. Estos incluyen, el abasto de agua, el control de la erosión, la reducción del riesgo de inundaciones y la captura del bióxido de carbono, entre muchos otros servicios que recibimos de la naturaleza pero que estamos perdiendo al alterarla.

Las ANP'S son definidas por la legislación federal como zonas del territorio nacional en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas y están sujetas al régimen de protección de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA, 2007).

#### *Áreas Naturales Protegidas Federales*

A continuación, se presentan las áreas protegidas decretadas por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) que existen en territorio oaxaqueño.

**Tabla III. 14 Áreas Naturales Protegidas Federales en el estado de Oaxaca**

ANP
Tehuacán-Cuicatlán
Benito Juárez Huatulco
Lagunas de Chacahua
Yagul
Boquerón de Tonalá
Playa de la Bahía de Chacahua
Playa de Escobilla
Tehuacán-Cuicatlán

Fuente: INEGI 2018

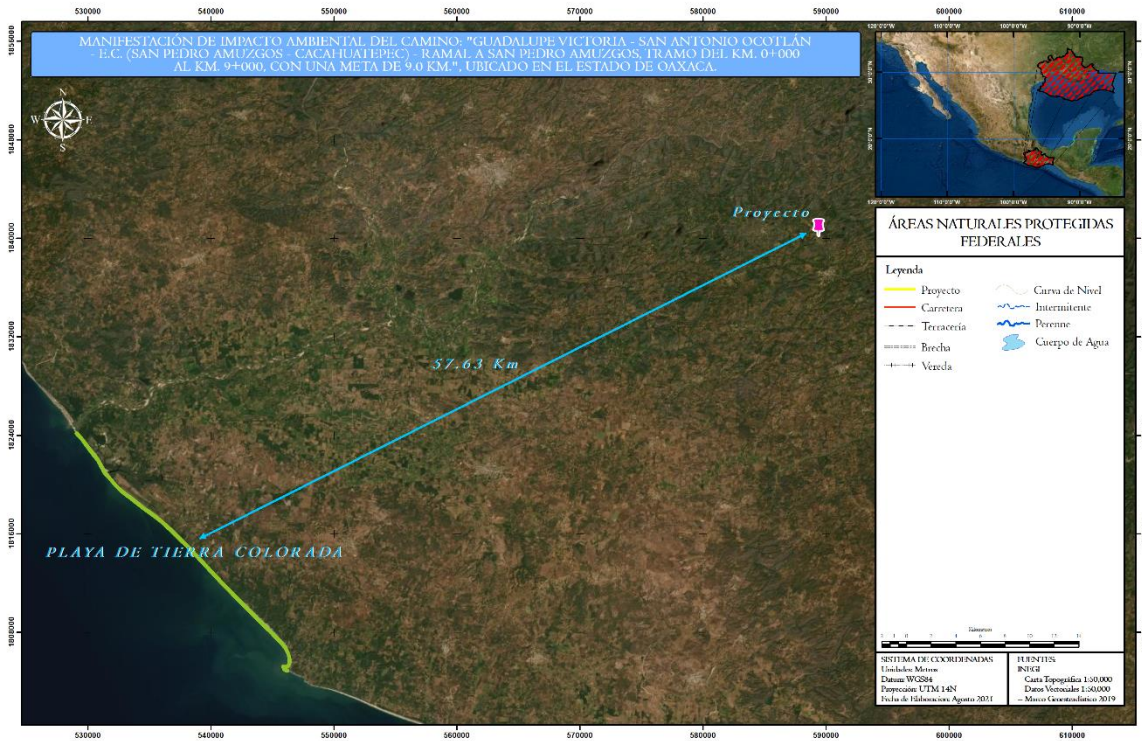
Las Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVC) son áreas naturales protegidas competencia de la Federación dedicadas a una función de interés público, y establecidas mediante certificado emitido por la secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) por conducto la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP).

Responden a iniciativas de pueblos indígenas, organizaciones sociales, personas morales, públicas o privadas, de destinar sus predios a acciones de conservación y son administradas por sus legítimos propietarios, conforme a su propia Estrategia de Manejo.

A continuación, se presenta la localización del proyecto con respecto a esta ANP de carácter Federal.

Localización

Imagen III. 8 Localización del proyecto con respecto a ANP's Federales



Fuente: elaboración propia con datos INEGI

Vinculación

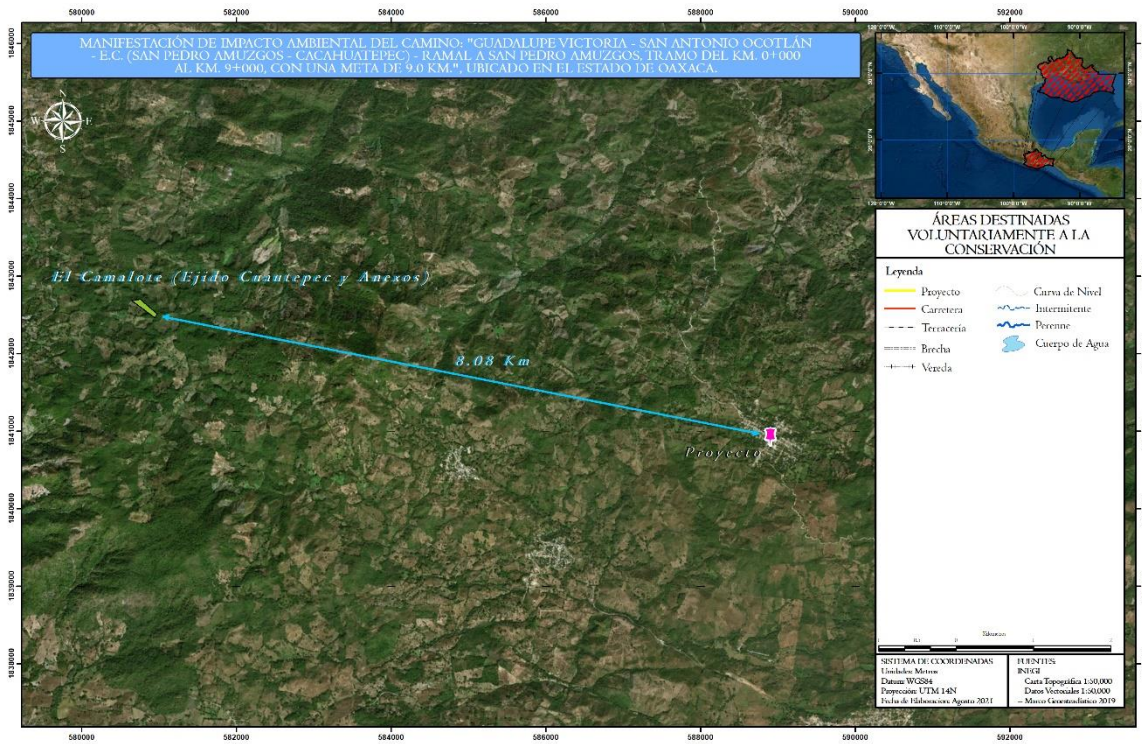
Se realizó una consulta al listado del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas y un análisis espacial para confirmar que la zona donde se asienta el proyecto **MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL CAMINO: "GUADALUPE VICTORIA - SAN ANTONIO OCOTLÁN - E.C. (SAN PEDRO AMUZGOS - CACAHUATEPEC) - RAMAL A SAN PEDRO AMUZGOS, TRAMO DEL KM. 0+000 AL KM. 9+000, CON UNA META DE 9.0 KM.", UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA**, NO incide con ninguna zonificación decretada como Área Natural Protegida de carácter federal, la más cercana al sitio del proyecto es la denominada "Playa de tierra colorada" localizada al suroeste del sitio del proyecto y a una distancia aproximada de 57.63 Km en línea recta.

### Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVC)

Las Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVC) son sitios que ayudan a preservar la biodiversidad y el equilibrio ecológico en nuestro país, además de favorecer la participación de la sociedad. Algunos de los beneficios para los propietarios de las ADVC, son: uso y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, blindaje ante obras públicas (exploración y explotación minera y de hidrocarburos), certificación nacional y posibles alianzas con organizaciones civiles, gubernamentales o académicas.

### Localización

Imagen III. 9 Localización del proyecto con respecto a las ADVC



Fuente: elaboración propia con datos INEGI

### Vinculación

De acuerdo con el análisis espacial realizado, el área del proyecto NO incide con ningún ADVC.

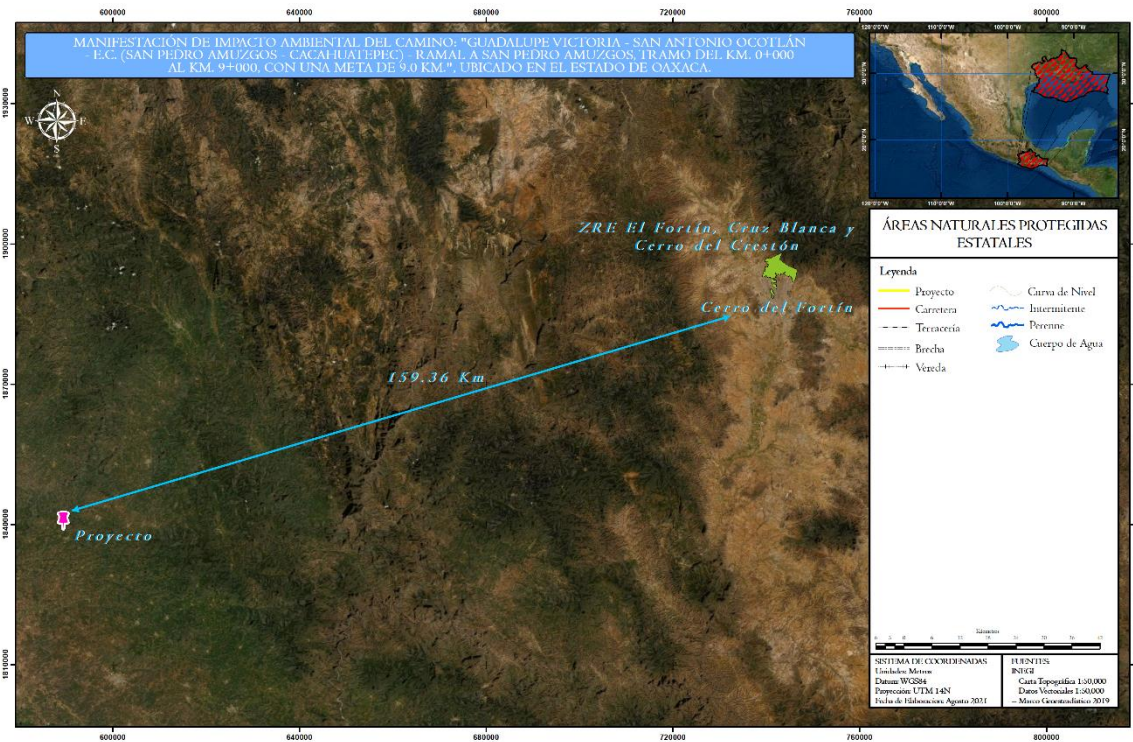
La ADVC más cercana al sitio de proyecto es la denominada "El Camalote" y se localiza a una distancia aproximada 8.08 Km en línea recta hacia el oeste de la zona del proyecto.

### Áreas Naturales Protegidas estatales

El establecimiento y operación de las Áreas Protegidas de carácter estatal constituyen actualmente la estrategia más importante para la conservación del patrimonio biológico de Oaxaca y de los servicios ambientales que brinda a toda la población en general. En el estado se han decretado seis Áreas Naturales Protegidas por parte de Gobierno Estatal, cuatro de ellas clasificados como Parques Estatales y dos como Zonas de Reserva Ecológica, en conjunto cubren una superficie de 8,667.51 hectáreas (el 0.09 por ciento de la superficie total del estado), éstos se hayan ubicados en diversas regiones del Estado de Oaxaca y albergan una importante variedad de especies de fauna y flora.

#### Localización

Imagen III. 10. Localización del proyecto con respecto a las ANP estatales



Fuente: elaboración propia con datos INEGI

#### Vinculación

De acuerdo con el análisis espacial realizado, el área del proyecto NO se localiza inmersa en ningún ANP de carácter estatal.

El ANP estatal más cercana al sitio de proyecto es la denominada "El Fortín, Cruz Blanca y Cerro del Crestón" y se localiza a una distancia aproximada 159.36 Km en línea recta hacia la porción este de la zona del proyecto.

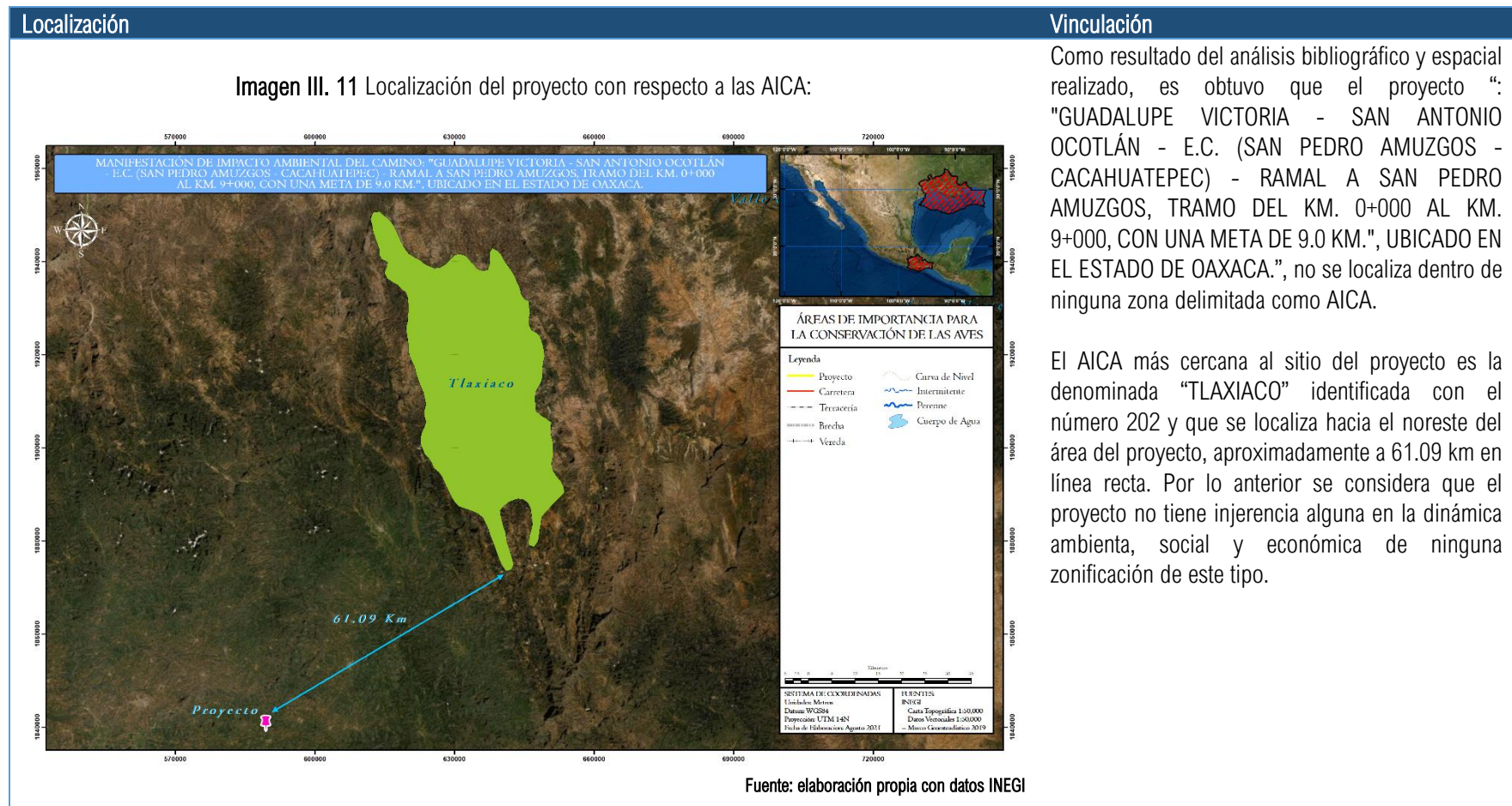


### III.2.5 REGIONES PRIORITARIAS DE ACUERDO CON LA CONABIO.

#### Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves.

Las AICA's surgen de un programa de Birdlife Internacional, el cual busca identificar este tipo de áreas en todo el mundo. Mediante criterios como la amenaza que sufren las especies de aves, lo restringido de sus distribuciones y la cantidad de aves que se pueden congregarse en un solo sitio.

En la siguiente imagen se muestra la ubicación del proyecto con respecto a la delimitación establecida por la CONABIO para las AICA



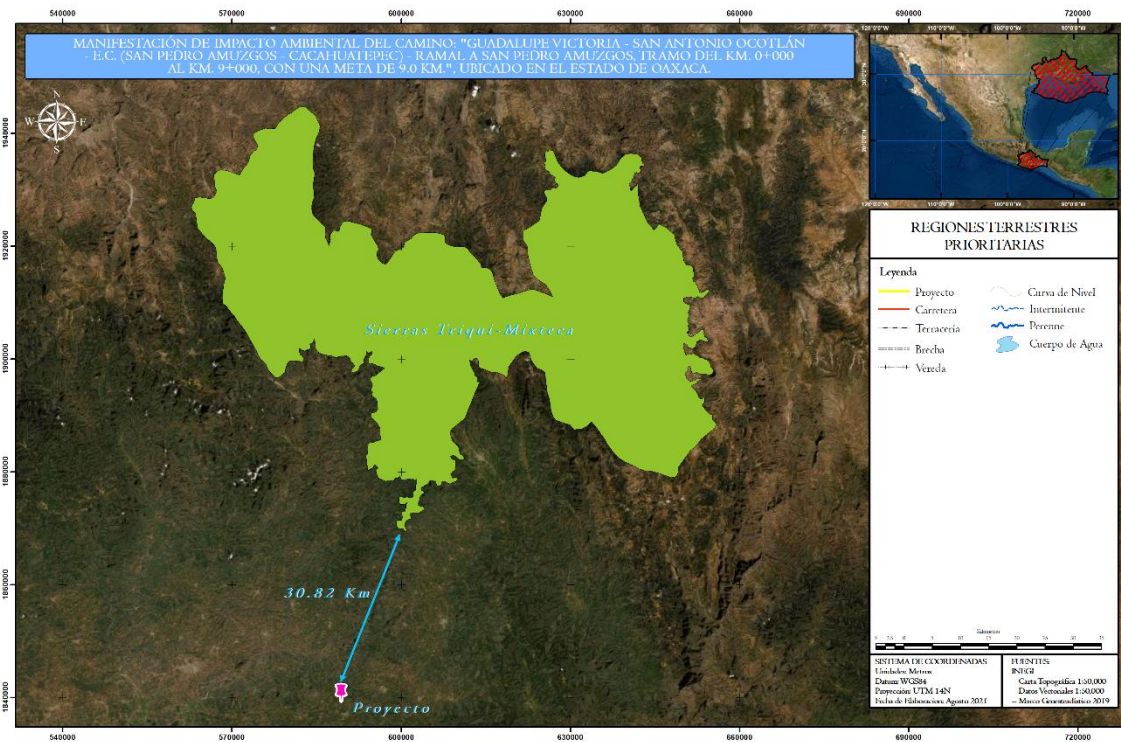
### Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)

El Proyecto Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), en particular, tiene como objetivo general la determinación de unidades estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destaquen la presencia de una riqueza ecosistémica y específica comparativamente mayor que en el resto del país, así como una integridad ecológica funcional significativa y donde, además, se tenga una oportunidad real de conservación.

Este proyecto contó con el apoyo del Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF), la Agencia Internacional para el Desarrollo de la Embajada de los Estados Unidos de América (USAID), The Nature Conservancy (TNC) y el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN) así como con la participación del Instituto Nacional de Ecología como autoridad normativa del gobierno federal.

### Localización

Imagen III. 12 Localización del proyecto con respecto a las RTP:



Fuente: elaboración propia con datos INEGI

### Vinculación

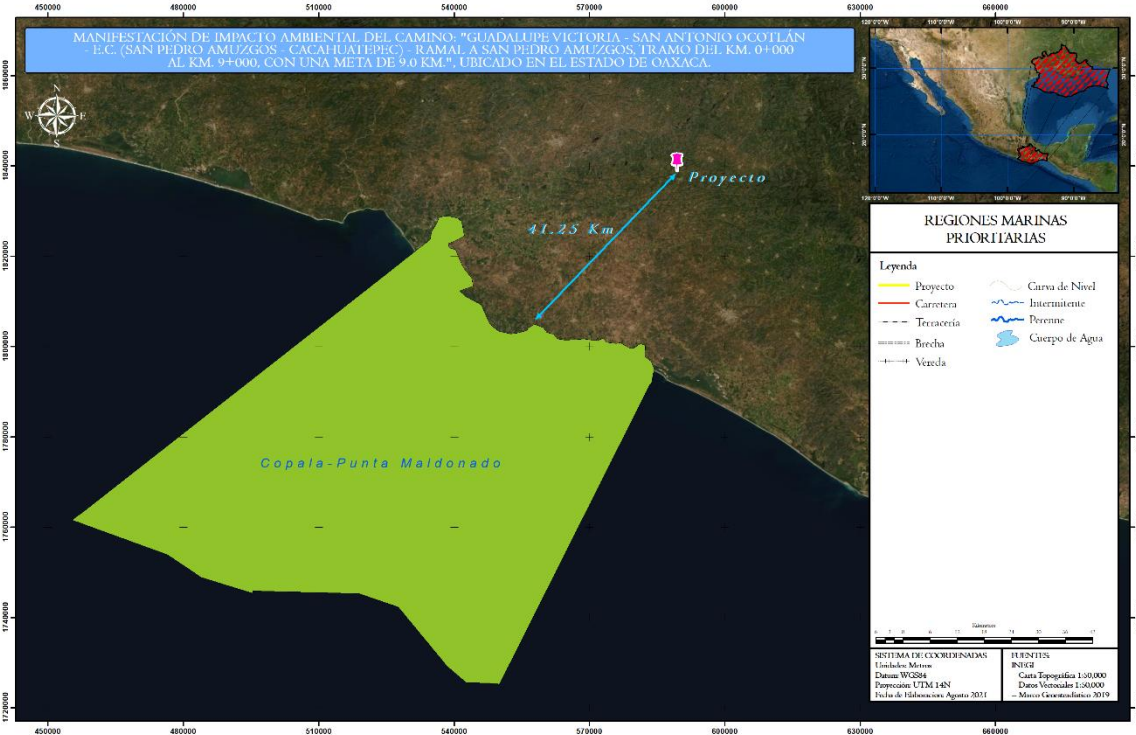
Como resultado del análisis bibliográfico y espacial realizado, se obtuvo que el área del proyecto "MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL CAMINO: "GUADALUPE VICTORIA - SAN ANTONIO OCOTLÁN - E.C. (SAN PEDRO AMUZGOS - CACAHUATEPEC) - RAMAL A SAN PEDRO AMUZGOS, TRAMO DEL KM. 0+000 AL KM. 9+000, CON UNA META DE 9.0 KM.", UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA." NO se localiza dentro de ninguna zona delimitada como Región Terrestre Prioritaria (RTP), el mencionado análisis arrojó que el área de este tipo más cercana al proyecto es RTP "Sierras Triqui-Mixteca" localizada en dirección norte, aproximadamente a 30.82 Km de distancia en línea recta. Por lo anterior el proyecto no generará ningún tipo de impacto en zonificaciones de este tipo.

### Regiones Marinas Prioritarias

La vastedad de los ecosistemas marinos es una de las principales razones por las que su conocimiento e información son, frecuentemente, escasos y fragmentados. Bajo esta perspectiva, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio) instrumentó el Programa de Regiones Marinas Prioritarias de México con el apoyo de la agencia The David and Lucile Packard Foundation (PACKARD), la Agencia Internacional para el Desarrollo de la Embajada de los Estados Unidos de América (USAID), el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN) y el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF por sus siglas en inglés). Este Programa reunió, por medio de talleres multidisciplinarios, a un grupo de 74 expertos del sector académico, gubernamental, privado, social y organizaciones no gubernamentales de conservación.

### Localización

Imagen III. 13 Localización del proyecto con respecto a las RMP:



Fuente: elaboración propia con datos INEGI

### Vinculación

El proyecto no se localiza sobre ningún área delimitada como región marina prioritaria (RMP).

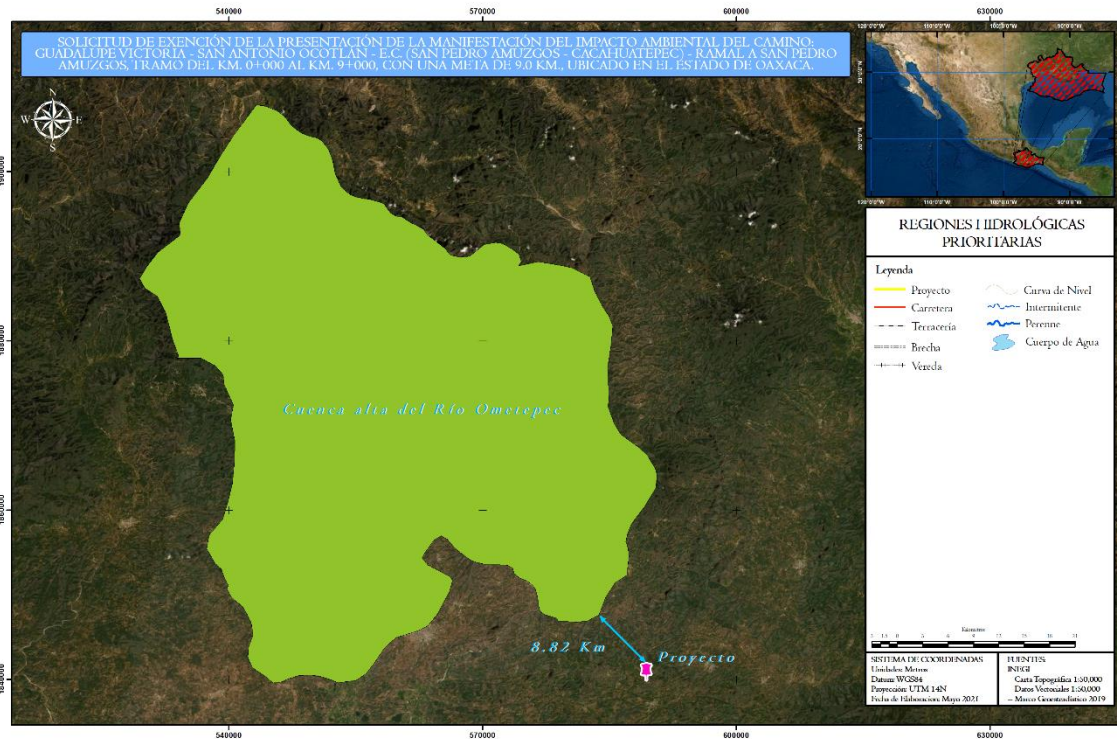
La zonificación de RMP más cercana al sitio del proyecto es la denominada "Copala-Punta Maldonado" y se encuentra a 41.25 Km de distancia en línea recta. Por lo que el proyecto no tendrá incidencia alguna con regionalizaciones de este tipo

### Regiones Hidrológicas Prioritarias

Las aguas epicontinentales incluyen una rica variedad de ecosistemas, muchos de los cuales están física y biológicamente conectados o articulados por el flujo del agua y el movimiento de las especies. El hecho de que haya muchas especies en franca declinación o enfrentando la extinción en los pocos países en donde se cuenta con conocimiento de campo razonable, justifica la preocupación real por el estado de la biodiversidad de las aguas epicontinentales. Es así como surge la necesidad de revisar el estatus de la información sobre la diversidad y el valor biológico de las cuencas hidrológicas, además de evaluar las amenazas directas e indirectas sobre los recursos y el potencial para su conservación y manejo adecuado. Para esto, con la participación de especialistas y personal académico con la finalidad de desarrollar un marco de referencia para contribuir a la conservación y manejo sostenido de los ambientes acuáticos epicontinentales.

### Localización

Imagen III. 14 Localización del proyecto con respecto a las RHP:



Fuente: elaboración propia con datos INEGI

### Vinculación

Como resultado del análisis bibliográfico y espacial realizado, es obtuvo que el proyecto "MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL CAMINO: "GUADALUPE VICTORIA - SAN ANTONIO OCOTLÁN - E.C. (SAN PEDRO AMUZGOS - CACAHUATEPEC) - RAMAL A SAN PEDRO AMUZGOS, TRAMO DEL KM. 0+000 AL KM. 9+000, CON UNA META DE 9.0 KM.", UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.", NO se localiza dentro de ninguna zona delimitada como RHP.

El proyecto no se localiza sobre ningún área delimitada como región hidrológica prioritaria (RHP), la más cercana al sitio del proyecto es la denominada "Cuenca alta del Río Ometepec" y se encuentra aproximadamente a 8.82 Km de distancia en línea recta. Por lo que el proyecto no tendrá incidencia alguna con regionalizaciones de este tipo

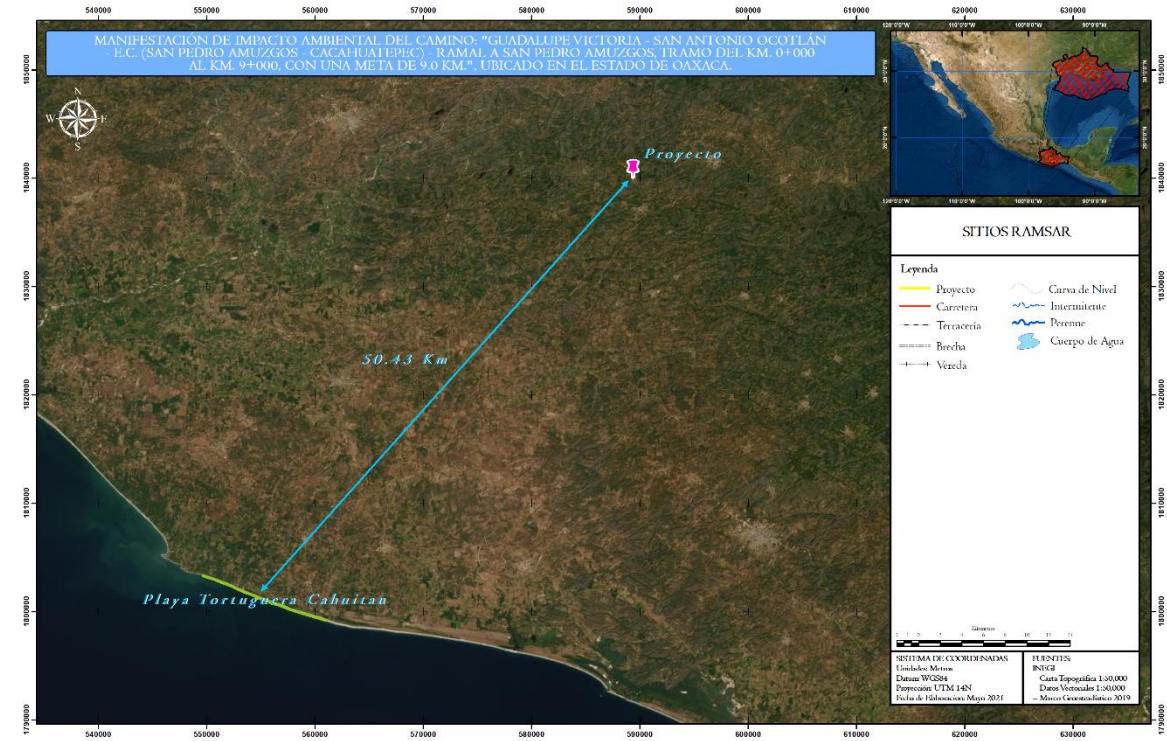
### *Sitios RAMSAR*

Por su parte los sitios Ramsar se designan porque cumplen con los Criterios para la identificación de Humedales de Importancia Internacional. El primer criterio se refiere a los sitios que contienen tipos de humedales representativos, raros o únicos, y los otros ocho abarcan los sitios de importancia internacional para la conservación de la diversidad biológica. Estos criterios hacen énfasis en la importancia que la Convención concede al mantenimiento de la biodiversidad.

En la actualidad, la Lista de Ramsar es la red más extensa de áreas protegidas del mundo. Hay más de 2.200 sitios Ramsar que abarcan más de 2,1 millones de kilómetros cuadrados en los territorios de las 169 Partes Contratantes de Ramsar en todo el mundo.

**Localización**

**Imagen III. 15** Localización del proyecto con respecto a sitios RAMSAR



Fuente: elaboración propia con datos INEGI

**Vinculación**

Como resultado del análisis bibliográfico y espacial realizado, se obtuvo que el proyecto MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL CAMINO: "GUADALUPE VICTORIA - SAN ANTONIO OCOTLÁN - E.C. (SAN PEDRO AMUZGOS - CACAHUATEPEC) - RAMAL A SAN PEDRO AMUZGOS, TRAMO DEL KM. 0+000 AL KM. 9+000, CON UNA META DE 9.0 KM.", UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA., NO se localiza dentro de ninguna zona delimitada como sitio RAMSAR, la zona más cercana al proyecto clasificada como tal es la denominada "Playa Tortuguera Cahuitan" y se ubica a 50.43 Km de distancia en línea recta.

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

#### III.3.1. LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE.

Tabla III. 15 Vinculación con los artículos aplicables de la LGEEPA

Artículo	Vinculación
<p><b>Artículo 28.</b> La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:</p> <p>I.- Obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos, carboductos y poliductos;</p> <p>El Reglamento de la presente Ley determinará las obras o actividades a que se refiere este artículo, que por su ubicación, dimensiones, características o alcances no produzcan impactos ambientales significativos, no causen o puedan causar desequilibrios ecológicos, ni rebasen los límites y condiciones establecidos en las disposiciones jurídicas referidas a la preservación del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, y que por lo tanto no deban sujetarse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental previsto en este ordenamiento.</p> <p><b>Artículo 64.</b> En el otorgamiento o expedición de permisos, licencias, concesiones, o en general de autorizaciones a que se sujetaren la exploración, explotación o aprovechamiento de recursos en áreas naturales protegidas, se observarán las disposiciones de la presente Ley, de las leyes en que se fundamenten las declaratorias de creación correspondiente, así como las prevenciones de las propias declaratorias y los programas de manejo.</p> <p><b>Artículo 79.</b> Para la preservación y aprovechamiento sustentable de la flora y fauna silvestre, se considerarán los siguientes criterios:</p> <p>I.- La preservación y conservación de la biodiversidad y del hábitat natural de las especies de flora y fauna que se encuentran en el territorio nacional y en las zonas donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción</p> <p>III.- La preservación de las especies endémicas, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial;</p>	<p>Mediante la presentación de la presente MIA R, se somete a evaluación en materia de impacto ambiental el proyecto del camino: "GUADALUPE VICTORIA - SAN ANTONIO OCOTLÁN - E.C. (SAN PEDRO AMUZGOS - CACAHUATEPEC) - RAMAL A SAN PEDRO AMUZGOS, TRAMO DEL KM. 0+000 AL KM. 9+000, CON UNA META DE 9.0 KM.", UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA, ya que por tratarse de una vía general de comunicación se da cumplimiento a al inciso I del artículo 28 de la LGEEPA.</p> <p>Por otra parte, es importante mencionar que el proyecto requerirá solicitar la autorización pertinente para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF), ya que la superficie de afectación en terrenos forestales será mayor a los 1500 m<sup>2</sup> que marca la ley, tal y como se menciona en la descripción del proyecto.</p> <p>El proyecto no cruza por ninguna zona clasificada como Área Natural Protegida (ANP), además de que no pretende el uso, aprovechamiento de ningún recurso natural por lo que no se contraviene el precepto, aun así, es importante resaltar que las actividades relacionadas con el proyecto siempre se realizarán con apego a los lineamientos y criterios de la normativa aplicable vigente.</p> <p>El promovente contempla presentar ante la autoridad ambiental aplicable (DGIRA), las acciones de protección y conservación de flora y fauna, a través de las acciones planteadas en el capítulo VI del presente documento. De igual manera la promovente se compromete a dar cumplimiento de las condicionantes que la autoridad dictamine para el proyecto. Por consiguiente, el proyecto no contraviene el presente artículo.</p>

Artículo	Vinculación
Artículo 113. No deberán emitirse contaminantes a la atmósfera que ocasionen o puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente. En todas las emisiones a la atmósfera, deberán ser observadas las previsiones de esta Ley y de las disposiciones reglamentarias que de ella emanen, así como las normas oficiales mexicanas expedidas por la Secretaría.	Las emisiones a la atmósfera que generará el proyecto serán generadas principalmente durante la etapa de construcción, provenientes de los vehículos y maquinaria en operación; y estarán sujetas a monitoreos periódicos para dar cumplimiento con los niveles mínimos y máximos permitidos que establezcan las normas aplicables en esta materia, de igual manera subsecuentemente se presenta la vinculación con las NOM aplicables en este rubro.

### III.3.2 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.

A continuación, se presenta la vinculación con los artículos aplicables del REIA de la LGEEPA.

**Tabla III. 16 Vinculación con los artículos aplicables del REIA de la LGEEPA**

Artículo	Vinculación
<p>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</p> <p>B) Vías generales de comunicación: Construcción de carreteras, autopistas, puentes o túneles federales vehiculares o ferroviarios; puertos, vías férreas, aeropuertos, helipuertos, aeródromos e infraestructura mayor para telecomunicaciones que afecten áreas naturales protegidas o con vegetación forestal, selvas, vegetación de zonas áridas, ecosistemas costeros o de humedales y cuerpos de aguas nacionales,</p> <p>O) Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas</p>	<p>Derivado de que el proyecto se refiere a la modernización de una vía general de comunicación (camino rural) y que se requerirá de cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF), el presente proyecto carretero requiere la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental, por lo cual se somete a dicho procedimiento de evaluación mediante la presentación de la presente MIA R. Es importante resaltar que la necesidad de ejecutar esta obra es alta, debido a que actualmente la zona carece de infraestructura vial eficiente y segura para sus traslados, lo que ha propiciado un alto rezago en el acceso a servicios y productos que mejoren la calidad de vida de los habitantes de las poblaciones cercanas, además de se pone en riesgo la seguridad de los usuarios, por tal motivo la obra se considera prioritaria para garantizar la seguridad vial de los usuarios e incrementar el desarrollo social y económico de la región.</p>
<p>Artículo 9. Los promoventes deberán presentar ante la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita autorización.</p> <p>La información que contenga la manifestación de impacto ambiental deberá referirse a circunstancias ambientales relevantes vinculadas con la realización del proyecto...</p>	<p>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.</p>
<p>Artículo 11. Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de:</p>	<p>Se presenta la Manifestación de Impacto Ambiental en su Modalidad Regional debido a que el proyecto: MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL CAMINO: "GUADALUPE VICTORIA - SAN ANTONIO</p>



Artículo	Vinculación
<p>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.</p> <p>En los demás casos, la manifestación deberá presentarse en la modalidad particular.</p>	<p>OCOTLÁN - E.C. (SAN PEDRO AMUZGOS - CACAHUATEPEC) - RAMAL A SAN PEDRO AMUZGOS, TRAMO DEL KM. 0+000 AL KM. 9+000, CON UNA META DE 9.0 KM.", UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA, prevé la generación de impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.</p>

### 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:

**Tabla III. 17 Vinculación con los artículos aplicables de la LFVS**

Artículo	Vinculación
<p><b>Artículo 19.</b> 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.</p>	<p>El proyecto no contempla el aprovechamiento o utilización de recursos naturales; sin embargo, dada la naturaleza del proyecto y previendo posibles impactos al medio ambiente, se propondrán acciones prioritarias para aplicar medidas de prevención y mitigación de los impactos que se pudieran generar, dichas medidas tienen la finalidad de reducir al mínimo la afectación sobre el entorno, la vida silvestre y su hábitat y serán descritas subsecuentemente en este documento.</p>
<p><b>Artículo 29.</b> 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</p>	<p>El proyecto contempla acciones de protección y en su caso el rescate y reubicación de fauna silvestre presente en la zona del proyecto, dichas acciones se ejecutarán a lo largo de las diversas etapas del proyecto y se harán siempre respetando lo establecido por este precepto y demás de la legislación aplicable, evitando la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor sobre los organismos faunísticos.</p> <p>En caso de que durante las actividades de preparación y construcción se identifique la presencia de cualquier tipo de fauna, se utilizarán medidas para ahuyentarla y prevenir cualquier impacto negativo hacia este recurso. En adición al o anterior, 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.</p>
<p><b>Artículo 30.</b> 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.</p>	<p>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.</p>
<p><b>Artículo 31.</b> Cuando se realice traslado de ejemplares vivos de fauna silvestre, éste se deberá efectuar bajo condiciones</p>	

que eviten o disminuyan a tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta sus características.

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

Esta 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.

Tabla III. 1 Vinculación con los artículos aplicables de la LGDFS

Artículo	Vinculación
<p><b>Artículo 2. Sus objetivos generales de esta Ley:</b>                      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.</p>	<p>El proyecto se desarrollará sobre el derecho de vía de camino existente y refiere a la modernización de un camino rural a nivel de terracería, sin embargo, se contempla que el proyecto afecte una superficie forestal de 5.88 Ha, de Vegetación secundaria de selva baja caducifolia y selva mediana subcaducifolia, por lo que, se prevé que se requerirá la autorización para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF).</p>
<p><b>Artículo 58. Corresponderá a la Secretaría otorgar las siguientes autorizaciones:</b>                      I. Cambio de uso de suelo en terrenos forestales...</p>	<p>El proyecto afectará una superficie forestal de 5.88 Ha, aun y cuando la modernización respetará la ruta actual del camino, por lo que se requerirá la autorización para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF). Dicha autorización se realizará conforme a los términos establecidos en este precepto.</p>
<p><b>Artículo 93. La Secretaría autorizará el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos cuyo contenido se establecerá en el Reglamento, los cuales demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga, y que la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal.</b>                      En las autorizaciones de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, la Secretaría deberá dar respuesta debidamente fundada y motivada a las opiniones técnicas emitidas por los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate.                      Las autorizaciones que se emitan deberán integrar un programa de rescate y reubicación de especies de la flora y</p>	<p>El proyecto afectará una superficie forestal de 5.88 Ha, aun y cuando la modernización respetará la ruta actual del camino, por lo que se requerirá la autorización para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF). Dicha autorización se realizará conforme a los términos establecidos en este precepto.</p>

fauna afectadas y su adaptación al nuevo hábitat conforme se establezca en el Reglamento. Dichas autorizaciones deberán sujetarse a lo que, en su caso, dispongan los programas de ordenamientos ecológicos correspondientes, las Normas Oficiales Mexicanas y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables.

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

**Tabla III. 18 Vinculación con los artículos aplicables del Reglamento de la LGDFS**

Artículo	Vinculación
<p><b>Artículo 120.</b> Para solicitar la autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, el interesado deberá solicitarlo mediante el formato que expida la Secretaría.</p> <p>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.</p>	<p>El proyecto afectará una superficie forestal de 5.88 Ha, aun y cuando la modernización respetará la ruta actual del camino, por lo anterior, se contempla que el proyecto requerirá cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF). Dicha autorización se tramitará en el marco legal, por lo que se dará cumplimiento con este precepto.</p>

### III.3.6. LEY GENERAL PARA LA PRESERVACIÓN Y GESTIÓN DE LOS RESIDUOS Y SU REGLAMENTO.

**Tabla III. 2 Vinculación con los artículos aplicables de la LGPGIR y su reglamento**

Artículo	Vinculación
<p><b>Artículo 18.</b> 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.</p>	<p>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.</p>
<p><b>Artículo 22.</b> 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.</p>	<p>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.</p>
<p><b>Artículo 31.</b> 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:</p>	<p>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</p>

Artículo	Vinculación
<p>I. Aceites lubricantes usados;</p> <p>II. Disolventes orgánicos usados</p> <p>III. Convertidores catalíticos de vehículos automotores;</p> <p>IV. Acumuladores de vehículos automotores conteniendo plomo;</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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</p>	<p>artículo y que se contemplan serán generados durante el desarrollo del proyecto.</p> <p>El manejo de los residuos peligrosos se hará en apego a lo dispuesto por la LGPGIR y demás disposiciones aplicables, cumpliendo con lo establecido en los artículos 40, 41 y 45.</p>

### 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:

**Tabla III. 19 Vinculación con los artículos aplicables de la LAN**

Artículo	Vinculación
<p>Artículo 7. Se declara de utilidad pública:</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>Así mismo la LAN define lo siguiente:</p> <p>Las fajas de diez metros de anchura contiguas al cauce de las corrientes o al vaso de los depósitos de propiedad nacional, medidas horizontalmente a partir del nivel de aguas máximas ordinarias. La amplitud de la ribera o zona federal será de cinco metros en los cauces con una anchura no mayor de cinco metros. El nivel de aguas máximas ordinarias se calculará a partir de la creciente máxima ordinaria que será determinada por "la Comisión" o por el Organismo de Cuenca que corresponda, conforme a sus respectivas competencias, de acuerdo con lo dispuesto en los</p>	<p>No se pretende realizar aprovechamiento de recursos hídricos de la zona, en caso, que se requiera utilizar el 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.</p> <p>El camino presenta cruces con corrientes de carácter perenne e intermitentes, donde no se prevé modificar su flujo, ni su actual dinámica ya que tiene contemplado construir obras de drenaje menores las cuales se encuentran listadas en el presente documento, así mismo se cuenta con un puente existente, pero el mismo, no sufrirá modificación alguna, por lo que queda fuera del alcance del presente proyecto. De igual</p>

reglamentos de esta Ley. En los ríos, estas fajas se delimitarán a partir de cien metros río arriba, contados desde la desembocadura de éstos en el mar. En los cauces con anchura no mayor de cinco metros, el nivel de aguas máximas ordinarias se calculará a partir de la media de los gastos máximos anuales producidos durante diez años consecutivos. Estas fajas se delimitarán en los ríos a partir de cien metros río arriba, contados desde la desembocadura de éstos en el mar. En los orígenes de cualquier corriente, se considera como cauce propiamente definido, el escurrimiento que se concentre hacia una depresión topográfica y forme una cárcava o canal, como resultado de la acción del agua fluyendo sobre el terreno. La magnitud de la cárcava o cauce incipiente deberá ser de cuando menos de 2.0 metros de ancho por 0.75 metros de profundidad

manera se describen las medidas de prevención y mitigación con las que se pretende garantizar la protección de los cuerpos hídricos y así el dar cumplimiento cabal a este precepto. El proyecto solo considera ocupar zona federal de un cuerpo de agua, que son 48.25 m<sup>2</sup>, del arroyo el Trapiche

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

Esta 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.

**Tabla III. 20 Vinculación con los artículos aplicables de la Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal**

Artículo	Vinculación
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.	El presente proyecto corresponde a la modernización de un camino rural existente el cual se encuentra a nivel de terracería 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;	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 estos. Dado que el proyecto se refiere a la modernización de un camino rural 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.

**Tabla III. 21 Vinculación con los artículos aplicables de la Ley de Vías Generales de Comunicación**

Artículo	Vinculación
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.	El presente proyecto promueve la modernización de un camino de terracería 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.
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.	



### III.3.11 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. 22 Vinculación con las NOM aplicables**

NORMA OFICIAL MEXICANA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO	PARÁMETROS NORMADOS	MEDIDAS PARA EL CONTROL Y CUMPLIMIENTO																																																												
<b>NOM-001-SEMARNAT-1996.</b> Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.	Para el caso del proyecto de la modernización del camino, la concentración de contaminantes básicos, metales pesados y cianuros para las descargas de aguas residuales a aguas y bienes nacionales no debe exceder el valor indicado como límite máximo permisible en los parámetros establecidos para ríos específicamente en el apartado de protección a la vida acuática que establece la NORMA.	Concepto	Prom. Diario Prom. Mensual																																																												
		Temperatura	40 40																																																												
		Grasas y aceites	15 25																																																												
		Materia flotante	Ausente Ausente																																																												
		SST	1 2																																																												
		DBO 5	30 60																																																												
		Nitrógeno	15 25																																																												
Fósforo	5 10																																																														
<b>NOM-041-SEMARNAT-2015</b> Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.	Debido a la circulación de vehículos automotores que usan gasolina dentro de los frentes de trabajo durante las diversas etapas del proyecto y que en el estado de Oaxaca la verificación vehicular es obligatoria, se deberá contemplar el cumplimiento de los numerales aplicables de esta NOM.	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Año - modelo vehicular</th> <th>Hydrocarburos (HC hppm)</th> <th>Monóxido de Carbono (CO % vol.)</th> <th>Oxígeno (O2 % vol.)</th> <th>Oxidos de Nitrógeno (NO<sub>x</sub> ppm)</th> <th colspan="2">Dilución (CO + CO2 % vol.)</th> <th>Factor Lambda Máx.</th> </tr> <tr> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th>Min.</th> <th>Máx.</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1990 y Anteriores</td> <td>350</td> <td>2.5</td> <td>2.0</td> <td>2 500</td> <td>13</td> <td>16.5</td> <td>1.05</td> </tr> <tr> <td>1991 y posteriores</td> <td>100</td> <td>1.0</td> <td>2.0</td> <td>1 500</td> <td>13</td> <td>16.5</td> <td>1.05</td> </tr> </tbody> </table> <p>Nota de equivalencias: 1 - ppm o hppm ( µmol/mol) y 2 - % vol. (cmol/mol).</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Año modelo vehicular</th> <th>Hydrocarburos (HC hppm)</th> <th>Monóxido de Carbono (CO % vol.)</th> <th>Oxígeno (O2 % vol.)</th> <th colspan="2">Dilución (CO + CO2 % vol.)</th> <th>Factor Lambda Máx.</th> </tr> <tr> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th>Min.</th> <th>Máx.</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1993 y Anteriores</td> <td>400</td> <td>3.0</td> <td>2.0</td> <td>13</td> <td>16.5</td> <td>1.05</td> </tr> <tr> <td>1994 y posteriores</td> <td>100</td> <td>1.0</td> <td>2.0</td> <td>13</td> <td>16.5</td> <td>1.05</td> </tr> </tbody> </table>	Año - modelo vehicular	Hydrocarburos (HC hppm)	Monóxido de Carbono (CO % vol.)	Oxígeno (O2 % vol.)	Oxidos de Nitrógeno (NO <sub>x</sub> ppm)	Dilución (CO + CO2 % vol.)		Factor Lambda Máx.						Min.	Máx.		1990 y Anteriores	350	2.5	2.0	2 500	13	16.5	1.05	1991 y posteriores	100	1.0	2.0	1 500	13	16.5	1.05	Año modelo vehicular	Hydrocarburos (HC hppm)	Monóxido de Carbono (CO % vol.)	Oxígeno (O2 % vol.)	Dilución (CO + CO2 % vol.)		Factor Lambda Máx.					Min.	Máx.		1993 y Anteriores	400	3.0	2.0	13	16.5	1.05	1994 y posteriores	100	1.0	2.0	13	16.5	1.05	<p>No se verterá ningún tipo de agua de desechos derivada de la operación del proyecto.</p> <p>Se instalarán sanitarios móviles, los cuales habrá uno 1 por cada 12 trabajadores.</p> <p>Se contratará a una empresa especializada y autorizada para el manejo, tratamiento y disposición adecuada de las aguas residuales. generadas por el uso de sanitarios portátiles.</p> <p>Para el cumplimiento de los límites establecidos en la presente Norma Oficial Mexicana, los Gobiernos, Federal, estatales, municipales y del Distrito Federal operarán y, en su caso, autorizarán la operación de los Centros de Verificación o bien de las Unidades de Verificación Vehicular.</p> <p>Se considera que un vehículo cumple con la presente Norma Oficial Mexicana, cuando sus valores de emisión no rebasan ninguno de los</p>
		Año - modelo vehicular	Hydrocarburos (HC hppm)	Monóxido de Carbono (CO % vol.)	Oxígeno (O2 % vol.)	Oxidos de Nitrógeno (NO <sub>x</sub> ppm)	Dilución (CO + CO2 % vol.)		Factor Lambda Máx.																																																						
					Min.	Máx.																																																									
1990 y Anteriores	350	2.5	2.0	2 500	13	16.5	1.05																																																								
1991 y posteriores	100	1.0	2.0	1 500	13	16.5	1.05																																																								
Año modelo vehicular	Hydrocarburos (HC hppm)	Monóxido de Carbono (CO % vol.)	Oxígeno (O2 % vol.)	Dilución (CO + CO2 % vol.)		Factor Lambda Máx.																																																									
				Min.	Máx.																																																										
1993 y Anteriores	400	3.0	2.0	13	16.5	1.05																																																									
1994 y posteriores	100	1.0	2.0	13	16.5	1.05																																																									

NORMA OFICIAL MEXICANA	VINCULACIÓN PROYECTO	CON EL	PARÁMETROS NORMADOS	MEDIDAS PARA EL CONTROL Y CUMPLIMIENTO																		
<p><b>NORMA Oficial Mexicana NOM-045-SEMARNAT-2017, Protección ambiental. - Vehículos en circulación que usan diésel como combustible. - Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de</b></p>	<p>Debido a la circulación de vehículos automotores que usan Diesel dentro de los frentes de trabajo durante las diversas etapas del proyecto, se deberá contemplar el cumplimiento de los numerales aplicables de esta NOM.</p>		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Año-modelo del vehículo</th> <th>Coefficiente de absorción de luz (m<sup>2</sup>/h)</th> <th>Por ciento de opacidad (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2003 y anteriores</td> <td>2.00</td> <td>57.68</td> </tr> <tr> <td>2004 y posteriores</td> <td>1.50</td> <td>47.53</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Año-modelo del vehículo</th> <th>Coefficiente de absorción de luz (m<sup>2</sup>/h)</th> <th>Por ciento de opacidad (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1997 y anteriores</td> <td>2.25</td> <td>61.99</td> </tr> <tr> <td>1998 y posteriores</td> <td>1.50</td> <td>47.53</td> </tr> </tbody> </table>	Año-modelo del vehículo	Coefficiente de absorción de luz (m <sup>2</sup> /h)	Por ciento de opacidad (%)	2003 y anteriores	2.00	57.68	2004 y posteriores	1.50	47.53	Año-modelo del vehículo	Coefficiente de absorción de luz (m <sup>2</sup> /h)	Por ciento de opacidad (%)	1997 y anteriores	2.25	61.99	1998 y posteriores	1.50	47.53	<p>límites permisibles establecidos en las TABLAS 1 y 2 según corresponda, por lo que:                      La empresa constructora deberá contar con un programa calendarizado preventivo para el mantenimiento de los equipos.                      Cada vehículo deberá contar con los registros de los mantenimientos correctivos y preventivos realizados.                      La empresa constructora y/o propietario, de los vehículos automotores, para el cumplimiento de los límites máximos permisibles, materia de la presente Norma Oficial Mexicana, deberá presentar a evaluación de sus emisiones contaminantes en los Centros de Verificación y en su caso en las Unidades de Verificación Vehicular acreditadas y aprobadas, de acuerdo al calendario y con los documentos que establezca el Programa de Verificación Vehicular que le corresponda y que para tal efecto emita cada autoridad ambiental.                      Se mantendrá registro documental de los resultados de la verificación para comprobar el cumplimiento de esta norma.</p> <p>La Secretaría de Comunicaciones y Transportes, el Gobierno de la Ciudad de México y los gobiernos de los estados, establecerán en el ámbito de su competencia, los Programas de Verificación Vehicular Obligatorios en donde se definirán las características de operación de estos.                      Se considera que un vehículo cumple con la presente Norma Oficial Mexicana, cuando sus</p>
Año-modelo del vehículo	Coefficiente de absorción de luz (m <sup>2</sup> /h)	Por ciento de opacidad (%)																				
2003 y anteriores	2.00	57.68																				
2004 y posteriores	1.50	47.53																				
Año-modelo del vehículo	Coefficiente de absorción de luz (m <sup>2</sup> /h)	Por ciento de opacidad (%)																				
1997 y anteriores	2.25	61.99																				
1998 y posteriores	1.50	47.53																				

NORMA OFICIAL MEXICANA	VINCULACIÓN PROYECTO	CON EL	PARÁMETROS NORMADOS	MEDIDAS PARA EL CONTROL Y CUMPLIMIENTO							
<p>prueba y características técnicas del equipo de medición.</p>				<p>valores de emisión no rebasan ninguno de los límites permisibles establecidos en las TABLAS 1 y 2 según corresponda, por lo que: La empresa constructora deberá contar con un programa calendarizado preventivo para el mantenimiento de los equipos. Cada vehículo deberá contar con los registros de los mantenimientos correctivos y preventivos realizados. Los propietarios o conductores de los automotores, materia de la presente Norma Oficial Mexicana deberán presentar éstos a evaluación de sus emisiones contaminantes en los Centros de Verificación Vehicular autorizados y Unidades de Verificación acreditadas y aprobadas de acuerdo con el calendario y con los documentos que establezca el Programa de Verificación Vehicular que le corresponda. Se mantendrá registro documental de los resultados de la verificación para comprobar el cumplimiento de esta norma</p>							
<p><b>NOM-080-SEMARNAT-1994.</b> Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.</p>	<p>Existirá generación de ruido proveniente de los vehículos automotores, que se utilizaran durante las diversas etapas del proyecto</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="909 1060 1077 1101">PESO BRUTO VEHICULAR (Kg)</th> <th data-bbox="1119 1060 1318 1101">LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES dB(A)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="951 1117 1056 1141">Hasta 3,000</td> <td data-bbox="1203 1117 1234 1141">86</td> </tr> <tr> <td data-bbox="951 1149 1056 1190">Más de y hasta 10,000</td> <td data-bbox="1203 1149 1234 1174">92</td> </tr> <tr> <td data-bbox="951 1198 1056 1222">Más de 10,000</td> <td data-bbox="1203 1198 1234 1222">99</td> </tr> </tbody> </table>	PESO BRUTO VEHICULAR (Kg)	LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES dB(A)	Hasta 3,000	86	Más de y hasta 10,000	92	Más de 10,000	99	<p>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 máximos permisibles que establece la norma respectiva. El monitoreo de ruido deberá contemplarse y ejecutarse conforme al plan de vigilancia ambiental del contratista y en cumplimiento de esta norma.</p>
PESO BRUTO VEHICULAR (Kg)	LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES dB(A)										
Hasta 3,000	86										
Más de y hasta 10,000	92										
Más de 10,000	99										

NORMA OFICIAL MEXICANA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO	CON EL	PARÁMETROS NORMADOS	MEDIDAS PARA EL CONTROL Y CUMPLIMIENTO
<b>NOM-086-SEMARNAT-1994.</b> 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 deben mantener registros documentales de las mediciones hechas con un sonómetro calibrado y con la aplicación del método de esta NOM.  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).
<b>NOM-059-SEMARNAT-2010.</b> Protección ambiental - especies nativas de México de flora y fauna silvestres - categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio - lista de especies en riesgo.	Si bien durante las actividades de caracterización del sitio del proyecto, NO se identificaron especies de flora o fauna listadas en la NOM 059, invariablemente se debe considerar la protección a especies de flora y fauna, aun y cuando no estén catalogadas dentro de alguna de las categorías de riesgo de la mencionada NOM.		No aplican parámetros	El contratista durante el desmonte y despalme requerido deberá rescatar los ejemplares susceptibles de trasplantarse, reubicar y proteger los individuos de fauna, nidos y madrigueras; de igual manera es importante que a durante dichas actividades se encuentre personal especializado en flora y fauna para identificar si alguna de las especies vegetales o animales por rescatar se encuentra listada en la NOM 059. 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. Dentro del programa de rescate y reubicación de flora y fauna deberán especificarse las especies susceptibles a rescate, así como las técnicas que se deben emplear durante la ejecución de dichas actividades.
<b>NOM-052-SEMARNAT-2005.</b>	Los residuos producto de las actividades de preparación del		No aplican parámetros	El contratista deberá contar con un programa integral de manejo de Residuos Peligrosos,

NORMA OFICIAL MEXICANA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO	PARÁMETROS NORMADOS	MEDIDAS PARA EL CONTROL Y CUMPLIMIENTO																							
<p>Establece las características de los residuos peligrosos, el listado de estos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.</p>	<p>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>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. La Secretaria de Comunicaciones y Transportes 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><b>NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012</b> Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación.</p>	<p>La maquinaria pesada (excavadoras, aplanadoras, etc) que se va a utilizar durante las etapas de preparación y operación, podría presentar pequeños derrames de combustible, en especial cuando se encuentran estacionada, así que será probable que se produzca contaminación del suelo.</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">FRACCIÓN DE HIDROCARBUROS</th> <th colspan="3">USO DE SUELO PREDOMINANTE (mg/kg BASE SECA)</th> <th rowspan="2">MÉTODO ANALÍTICO</th> </tr> <tr> <th>Agrícola, forestal, pecuario y de conservación</th> <th>Residencial y recreativo</th> <th>Industrial y comercial</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ligera</td> <td>200</td> <td>200</td> <td>500</td> <td>NMX-AA-105-SCFI-2006</td> </tr> <tr> <td>Media</td> <td>1 200</td> <td>1 200</td> <td>5 000</td> <td>NMX-AA-145-SCFI-2006</td> </tr> <tr> <td>Pesada</td> <td>3 000</td> <td>3 000</td> <td>6 000</td> <td>NMX-AA-134-SCFI-2006</td> </tr> </tbody> </table>	FRACCIÓN DE HIDROCARBUROS	USO DE SUELO PREDOMINANTE (mg/kg BASE SECA)			MÉTODO ANALÍTICO	Agrícola, forestal, pecuario y de conservación	Residencial y recreativo	Industrial y comercial	Ligera	200	200	500	NMX-AA-105-SCFI-2006	Media	1 200	1 200	5 000	NMX-AA-145-SCFI-2006	Pesada	3 000	3 000	6 000	NMX-AA-134-SCFI-2006	<p>La empresa constructora deberá contar con un programa de mantenimiento de equipos, maquinaria y vehículos Se deberá de contar con la impermeabilización de los sitios de estacionamientos y responsabilizarse de los derrames de hidrocarburos y residuos peligrosos generados durante la obra. Se deberá desarrollar un procedimiento de actuación en caso de derrames.</p>
FRACCIÓN DE HIDROCARBUROS	USO DE SUELO PREDOMINANTE (mg/kg BASE SECA)			MÉTODO ANALÍTICO																						
	Agrícola, forestal, pecuario y de conservación	Residencial y recreativo	Industrial y comercial																							
Ligera	200	200	500	NMX-AA-105-SCFI-2006																						
Media	1 200	1 200	5 000	NMX-AA-145-SCFI-2006																						
Pesada	3 000	3 000	6 000	NMX-AA-134-SCFI-2006																						

Fuente: Elaboración propia con datos del DOF

<b>IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO</b>	<b>7</b>
<b>IV.1 DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.</b>	<b>7</b>
IV.1.1 DELIMITACIÓN PRELIMINAR.	7
IV.1.2 DELIMITACIÓN DEFINITIVA.	10
<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	31
IV.2.2.1.3 GEOLOGIA	41
IV.2.2.1.4. SUELOS	50
IV.2.2.1.4. AGUA	59
IV.2.2.1.5. AIRE	82
IV.2.2.2 MEDIO BIÓTICO	85
IV.2.2.2.1 VEGETACIÓN	85
IV.2.2.2.2. FAUNA	146
IV.2.2.2.3. COMPOSICIÓN DE POBLACIONES Y COMUNIDADES	196
IV.2.2.2.4. BIODIVERSIDAD	196
IV.2.2.2.5. ECOSISTEMAS	197
IV.2.2.2.6. ECOSISTEMAS AMBIENTALMENTE SENSIBLES	199
IV.2.2.3.1 PAISAJE	199
IV.2.2.3.2 SOCIOECONOMICO	208
<b>IV.3 Diagnostico Ambiental</b>	<b>213</b>
IV.3.1. MEDIO ABIÓTICO	213
IV.3.1.1. AIRE	213
IV.3.1.2. SUELO.	216
IV.3.1.3. HIDROLOGÍA	219
IV.3.1.4. GEOMORFOLOGÍA.	221
IV.3.2. MEDIO BIÓTICO	223
IV.3.2.1. VEGETACIÓN.	223
IV.3.2.2. FAUNA.	226
IV.3.2.3. PRESENCIA ANTRÓPICA.	228

#### INDICE DE TABLAS

Tabla IV. 1. Tipos de Climas presentes en el municipio de San Juan Cacahuatepec, Oaxaca.....	17
Tabla IV. 2. Tipos de Climas presentes en el municipio de San Pedro Amuzgos, Oaxaca. ....	17
Tabla IV. 3. Tipos de Climas presentes en el SAR.....	17
Tabla IV. 4. Normales Climatológicas de la estación San Juan Cacahuatepec (CFE).....	22
Tabla IV. 5. Fisiografía del Municipio de San Pedro Amuzgos. ....	31
Tabla IV. 6. Fisiografía del Municipio de San Juan Cacahuatepec. ....	32
Tabla IV. 7. Topoformas del Sistema Ambiental Regional. ....	40
Tabla IV. 8. Geología del Municipio de San Pedro Amuzgos. ....	41
Tabla IV. 9. Geología del Municipio de San Juan Cacahuatepec.....	42
Tabla IV. 10. Geología del Sistema Ambiental Regional. ....	42
Tabla IV. 11. Fallas y/o fracturas del área de estudio.....	47
Tabla IV. 12. Regionalización sísmica según su aceleración de roca. ....	48
Tabla IV. 13. Edafología presente en el Municipio de San Pedro Amuzgos.....	50

Tabla IV. 14. Edafología presente en el Municipio de San Juan Cacahuatepec. ....	50
Tabla IV. 15. Edafología presente en el Sistema Ambiental Regional. ....	51
Tabla IV. 16. Clave Racionalizada para los Grupos de Suelos de Referencia de la WRB. ....	52
Tabla IV. 17. Obras de drenaje existentes del proyecto. ....	60
Tabla IV. 18. Cauces intermitentes con que cruza el trazo del proyecto. ....	66
Tabla IV. 19. Índices morfométricos. ....	68
Tabla IV. 20. Índices morfométricos. ....	71
Tabla IV. 21. Índices morfométricos. ....	75
Tabla IV. 22. Índices morfométricos. ....	78
Tabla IV. 23. Normas de Calidad del Aire Vigentes. ....	83
Tabla IV. 24. Índice Metropolitano de la Calidad del Aire (IMECA) ....	83
Tabla IV. 25. Coordenadas de los sitios de muestreo del proyecto. ....	85
Tabla IV. 26. Usos de suelo y vegetación ocupados en el SAR Serie VI. INEGI. ....	90
Tabla IV. 27. Resumen de vegetación de probable de afectación debido al trazo del proyecto. ....	97
Tabla IV. 28. Cambio Uso de Suelo. ....	97
Tabla IV. 29. Acumulado del muestreo 1. ....	98
Tabla IV. 30. Acumulado de muestreo 2. ....	99
Tabla IV. 31. Acumulado del muestreo 3. ....	100
Tabla IV. 32. Acumulado de muestreo 4. ....	101
Tabla IV. 33. Acumulado de muestreo 5. ....	102
Tabla IV. 34. Acumulado de muestreo 6. ....	103
Tabla IV. 35. Acumulado de muestreo 7. ....	104
Tabla IV. 36. Estimación del Valor de Importancia del Sistema Ambiental Regional. ....	108
Tabla IV. 37. Relación de índices del Sistema Ambiental Regional ....	109
Tabla IV. 38. Estructura vertical del Sistema Ambiental Regional ....	110
Tabla IV. 39. Estimación del Valor de Importancia de la Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Mediana Subcaducifolia. ....	115
Tabla IV. 40. Relación de índices de Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Mediana Subcaducifolia ....	115
Tabla IV. 41. Estructura vertical de la Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Mediana Subcaducifolia ....	116
Tabla IV. 42. Estimación del Valor de la Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia. ....	119
Tabla IV. 43. Relación de índices de la Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia. ....	119
Tabla IV. 44. Estructura vertical de la Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia. ....	120
Tabla IV. 45. Acumulado de especies de flora que serán sujetos a remoción en el Km 0+000 al km 1+000. ....	126
Tabla IV. 46. Total, de especies de flora que serán sujetos a remoción del Km 0+000 al km 1+000. ....	126
Tabla IV. 47. Acumulado de especies de flora que serán sujetos a remoción en el Km 1+000 al km 2+000. ....	128
Tabla IV. 48. Total, de especies de flora que serán sujetos a remoción del km 1+000 al 2+000. ....	128
Tabla IV. 49. Acumulado de especies de flora que serán sujetos a remoción en el Km 2+000 al km 3+000. ....	130
Tabla IV. 50. Total, de especies de flora que serán sujetos a remoción del km 2+000 al km 3+000. ....	130
Tabla IV. 51. Acumulado de especies de flora que serán sujetos a remoción en el Km 3+000 al km 4+000. ....	132
Tabla IV. 52. Total, de especies de flora que serán sujetos a remoción del km 3+000 al km 4+000. ....	132
Tabla IV. 53. Acumulado de especies de flora que serán sujetos a remoción en el km 4+000 al km 5+000. ....	134
Tabla IV. 54. Total, de especies de flora que serán sujetos a remoción del km 4+000 al km 5+000. ....	134
Tabla IV. 55. Acumulado de especies de flora que serán sujetos a remoción del Km 5+000 al km 6+000. ....	136
Tabla IV. 56. Total, de especies de flora que serán sujetos a remoción del Km 5+000 al km 6+000. ....	136
Tabla IV. 57. Acumulado de especies de flora que serán sujetos a remoción en el Km 6+000 al km 7+000. ....	138
Tabla IV. 58. Total, de especies de flora que serán sujetos a remoción del Km 6+000 al km 7+000. ....	138
Tabla IV. 59. Acumulado de especies de flora que serán sujetos a remoción del Km 7+000 al km 8+000. ....	140
Tabla IV. 60. Total, de especies de flora que serán sujetos a remoción del Km 7+000 al km 8+000 ....	140
Tabla IV. 61. Acumulado de especies de flora que serán sujetos a remoción en el Km 8+000 al km 9+000. ....	142

Tabla IV. 62. Total, de especies de flora que serán sujetos a remoción del Km 8+000 al km 9+000 .....	142
Tabla IV. 63. Número final de especies de flora que serán sujetos a remoción debido al proyecto.....	144
Tabla IV. 64. Clasificación del estatus de la NOM-059-SEMARNAT-2010.....	144
Tabla IV. 65. Listado general de especies ornamentales y malezas presentes en las proximidades al proyecto. .	145
Tabla IV. 66. Listado general de especies presentes en los muestreos del Sistema Ambiental Regional. ....	145
Tabla IV. 67. Número de especies por grupo faunístico para México .....	147
Tabla IV. 68. Herpetofauna potencial en el área del proyecto y el SAR.....	150
Tabla IV. 69. Avifauna potencial en el área del proyecto y el SAR.....	151
Tabla IV. 70. Mastofauna potencial en el área del proyecto y el SAR.....	152
Tabla IV. 71. Coordenadas UTM de los puntos de muestreo en el trazo y el SAR. ....	153
Tabla IV. 72. Plantilla utilizada para la toma de datos de herpetofauna .....	156
Tabla IV. 73 .Coordenadas de colocación de trampas cámara .....	160
Tabla IV. 74. Especies de fauna observadas y ejemplares contabilizados en el Área del Proyecto .....	166
Tabla IV. 75 .Fauna registrada en el área del proyecto .....	167
Tabla IV. 76. Diversidad del total de especies de aves registradas en todo el proyecto.....	175
Tabla IV. 77. Diversidad del total de especies de reptiles registradas en todo el proyecto.....	175
Tabla IV. 78. Diversidad del total de especies de mamíferos registrados en todo el proyecto .....	175
Tabla IV. 79. Índices de Biodiversidad para el total de especies en el Proyecto .....	176
Tabla IV. 80. Coordenadas del reptil y el mamífero registrados en el proyecto .....	178
Tabla IV. 81. Abundancia Relativa en los sitios de muestreo en el SAR. ....	179
Tabla IV. 82. Diversidad de Aves para el SAR.....	180
Tabla IV. 83. Índices de Biodiversidad para el total de las aves en el SAR .....	181
Tabla IV. 84. Puntos de muestreo de Aves en el trazo a modernizar .....	182
Tabla IV. 85. Diversidad de Aves para el trazo del proyecto .....	184
Tabla IV. 86. Índices de Biodiversidad para el total de las aves en el trazo del proyecto .....	185
Tabla IV. 87 .Índices de Biodiversidad para los órdenes encontrados en el proyecto. ....	185
Tabla IV. 88. Ejemplos de señalamientos.....	188
Tabla IV. 89. Número de pasos para fauna recomendado para distintos grupos de vertebrados terrestres (Tomado de Ministerio de Medio Ambiente 2006).....	189
Tabla IV. 90. Dimensiones de los pasos inferiores para vertebrados medianos .....	190
Tabla IV. 91. Ponderación para la Evaluación de la Calidad Escénica. ....	200
Tabla IV. 92. Sensibilidad del Paisaje por algún tipo de alteración. ....	204
Tabla IV. 93. Valoración del paisaje del Proyecto .....	205
Tabla IV. 94. Fragilidad visual del Sistema Ambiental Regional del Proyecto. ....	206
Tabla IV. 95. Base numérica para calcular la capacidad de acogida ecológica.....	206
Tabla IV. 96. Agrupación de la Capacidad de Acogida Ecológica. ....	207
Tabla IV. 97. Capacidad de Acogida Ecológica del Proyecto. ....	207
Tabla IV. 98. Ponderación del aire. ....	213
Tabla IV. 99. Ponderación del suelo.....	216
Tabla IV. 100. Ponderación de la hidrología. ....	219
Tabla IV. 101. Ponderación de la geomorfología. ....	221
Tabla IV. 102. Ponderación de la vegetación. ....	223
Tabla IV. 103. Ponderación de la fauna.....	226
Tabla IV. 104. Ponderación de la presencia antrópica. ....	228
Tabla IV. 105. Tabla de ponderación de la calidad ambiental. ....	230
Tabla IV. 106. Diagnóstico ambiental del SAR. ....	230



## INDICE DE IMÁGENES

Imagen IV. 1 Vista satelital del Sistema Ambiental Regional. ....	14
Imagen IV. 2 Vías de acceso del Sistema Ambiental Regional .....	15
Imagen IV. 3. Tipos de clima en el Estado de Oaxaca .....	19
Imagen IV. 4. Climograma de la estación meteorológica San Juan Cacahuatepec (CFE).....	21
Imagen IV. 5. Estación Meteorológicas cercanas al trazo del proyecto. ....	25
Imagen IV. 6. Isotermas del Estado de Oaxaca. ....	26
Imagen IV. 7. Isotermas del SAR del trazo del proyecto.....	27
Imagen IV. 8. Isoyetas del Estado de Oaxaca.....	28
Imagen IV. 9. Isoyetas del SAR del trazo del proyecto. ....	29
Imagen IV. 10. Climas del Sistema Ambiental Regional del trazo del proyecto. ....	30
Imagen IV. 11. Provincias fisiográficas del proyecto.....	33
Imagen IV. 12. Subprovincias fisiográficas del Proyecto .....	34
Imagen IV. 13. En las fotografías se puede observar la complejidad de topofomas presentes en el SAR. ....	35
Imagen IV. 14. Topofomas presentes en el área del Proyecto. ....	36
Imagen IV. 15. Topografía presente en el área del proyecto. ....	37
Imagen IV. 16. Modelo Digital de Elevaciones del área del proyecto.....	38
Imagen IV. 17. Fotografías de las rocas en cortes presentes en el área de estudio.....	44
Imagen IV. 18. Geología del Estado de Oaxaca.....	45
Imagen IV. 19. Geología presente en el área del proyecto. ....	46
Imagen IV. 20. Atlas Nacional de Riesgos.....	49
Imagen IV. 21. Fotografías de los suelos presentes en el proyecto. ....	56
Imagen IV. 22. Edafología del Estado de Oaxaca. ....	57
Imagen IV. 23. Edafología del Sistema Ambiental Regional.....	58
Imagen IV. 24. Fotografías aéreas de la obra de drenaje y el puente existente en el trazo del proyecto.....	61
Imagen IV. 25. Obras de drenaje existentes en trazo del proyecto.....	62
Imagen IV. 26. Cuencas Hidrológicas del Proyecto.....	63
Imagen IV. 27. Subcuencas Hidrológicas del Proyecto .....	64
Imagen IV. 28. Simulador de flujos de agua de cuencas hidrográficas.....	65
Imagen IV. 29. Microcuenca para el cauce intermitente. ....	66
Imagen IV. 30. Modelado en tercera dimensión de la microcuenca para el cauce intermitente 01.....	67
Imagen IV. 31. Modelación de Lluvia.....	67
Imagen IV. 32. Perfil de Elevaciones del Cauce para la microcuenca del cauce intermitente.....	68
Imagen IV. 33. Cruces del trazo con microcuenca del cauce intermitente .....	69
Imagen IV. 34. Microcuenca para el cauce intermitente 02.....	70
Imagen IV. 35. Modelado en tercera dimensión de la microcuenca para el cauce intermitente 02.....	70
Imagen IV. 36. Modelación de Lluvia.....	71
Imagen IV. 37. Perfil de Elevaciones del Cauce.....	72
Imagen IV. 38. Fotografía de la intersección del camino con el cauce intermitente 02 .....	73
Imagen IV. 39. Microcuenca para el cauce intermitente 03.....	74
Imagen IV. 40. Modelado en tercera dimensión de la microcuenca para el cauce intermitente 03.....	74
Imagen IV. 41. Modelación de Lluvia.....	75
Imagen IV. 42. Perfil de Elevaciones del Cauce.....	76
Imagen IV. 43. Cruce del trazo con microcuenca del cauce intermitente.....	76
Imagen IV. 44. Microcuenca para el cauce intermitente 03.....	77
Imagen IV. 45. Modelado en tercera dimensión de la cuenca para el Arroyo El Trapiche.....	77
Imagen IV. 46. Modelación de Lluvia.....	78
Imagen IV. 47. Perfil de Elevaciones del Cauce.....	79
Imagen IV. 48. Fotografías de Cauce del Arroyo El Trapiche .....	79

Imagen IV. 49. Forma y tamaño de los sitios de muestreo.....	86
Imagen IV. 50. Forma y tamaño de los sitios de muestreo.....	86
Imagen IV. 51. Muestreo realizado para el proyecto.....	87
Imagen IV. 52. Utilización del Dron en prospección de campo.....	88
Imagen IV. 53. Sitios de Muestreo del proyecto.....	89
Imagen IV. 54. Uso de suelo y Vegetación del SAR, carta INEGI serie VI de uso de suelo y Vegetación.....	91
Imagen IV. 55. Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Mediana Subcaducifolia.....	92
Imagen IV. 56. Fotografías de Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia.....	94
Imagen IV. 57. Fotografías de Pastizal cultivado.....	96
Imagen IV. 58. Condiciones ambientales en las que se encuentra la zona del proyecto.....	122
Imagen IV. 59. Localización de la afectación del proyecto del km 0+000 al 1+000.....	127
Imagen IV. 60. Localización de la afectación del proyecto del km 1+000 al km 2+000.....	129
Imagen IV. 61. Localización de la afectación del proyecto del km 2+000 al km 3+000.....	131
Imagen IV. 62. Localización de la afectación del proyecto del km 3+000 al 4+000.....	133
Imagen IV. 63. Localización de la afectación del proyecto del km 4+000 al km 5+000.....	135
Imagen IV. 64. Localización de la afectación del proyecto del km 5+000 al km 6+000.....	137
Imagen IV. 65. Localización de la afectación del proyecto del km 6+000 al km 7+000.....	139
Imagen IV. 66. Localización de la afectación del proyecto del km 7+000 al km 8+000.....	141
Imagen IV. 67. Localización de la afectación del proyecto del km 8+000 al km 9+000.....	143
Imagen IV. 68. Mapa de puntos de Muestreo del Trazo del Proyecto y el SAR.....	154
Imagen IV. 69. Forma de manipulación de reptiles.....	155
Imagen IV. 70. Lazo montado en una vara o caña de pescar y lagartija lazada por el cuello (tomado de Vanzolini y Nelson 1990.....	156
Imagen IV. 71. Observación directa para Aves.....	157
Imagen IV. 72. Muestreo por puntos de observación de aves.....	158
Imagen IV. 73. Características propias de la cabeza de un ave.....	158
Imagen IV. 74. Sitios donde se observan las aves.....	159
Imagen IV. 75. Trampas cámara y trampas Sherman.....	160
Imagen IV. 76. Colocación de trampas cámara.....	161
Imagen IV. 77. Fichas técnicas para la toma de datos de huellas de mamíferos.....	162
Imagen IV. 78. Unidad de muestreo para mamíferos.....	163
Imagen IV. 79. Fichas técnicas para la toma de datos de excretas de mamíferos.....	163
Imagen IV. 80. Animales de corral y domésticos observados en las zonas aledañas al proyecto.....	171
Imagen IV. 81. Puntos de muestreo de las aves.....	183
Imagen IV. 82. Obra de drenaje de cajón prefabricada de una sección.....	192
Imagen IV. 83. Tubo de Hormigón armado propuesto para obra de drenaje.....	192
Imagen IV. 84. Tubo de Hormigón armado con base plana propuesto para obra de drenaje.....	193
Imagen IV. 85. Características y condiciones de pasos de fauna en la zona del proyecto.....	194
Imagen IV. 86. Características generales de un paso de fauna mixto.....	195
Imagen IV. 87 Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional (componente aire).....	214
Imagen IV. 88 Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional (componente suelo).....	217
Imagen IV. 89. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional (componente hidrología).....	220
Imagen IV. 90. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional (componente geomorfología).....	222
Imagen IV. 91. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional (componente vegetación).....	224
Imagen IV. 92. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional (componente fauna).....	227
Imagen IV. 93. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional (componente presencia antrópica).....	229
Imagen IV. 94. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental del Trazo del Proyecto.....	232
Imagen IV. 95. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental del Trazo del Proyecto con transparencia al 40%.....	233

## INDICE DE GRÁFICAS

Gráfica IV. 1. Gráfica de la Estructura Vertical del Sistema Ambiental Regional.....	112
Gráfica IV. 2. Índice de Valor de Importancia del Sistema Ambiental Regional.....	113
Gráfica IV. 3. Gráfica de la Estructura Vertical de la Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Mediana Subcaducifolia.....	117
Gráfica IV. 4. Gráfica del Índice de Valor de importancia de la Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Mediana Subcaducifolia.....	117
Gráfica IV. 5. Gráfica de la Estructura Vertical de la Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia.	121
Gráfica IV. 6. Gráfica del Índice de Valor de la Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia.....	121
Gráfica IV. 7. Distribución de especies por grupo faunístico para México .....	147
Gráfica IV. 8. Distribución de registros por grupo faunístico .....	171
Gráfica IV. 9. Diversidad de las especies de fauna registradas en la zona del proyecto .....	177
Gráfica IV. 10. Comportamiento de la abundancia con relación al número total de individuos registrados .....	177
Gráfica IV. 11. Especies observadas en el SAR.....	180
Gráfica IV. 12. Abundancia de especies en el trazo del proyecto a modernizar. ....	184
Gráfica IV. 13. Diagnóstico Ambiental del SAR. ....	231

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

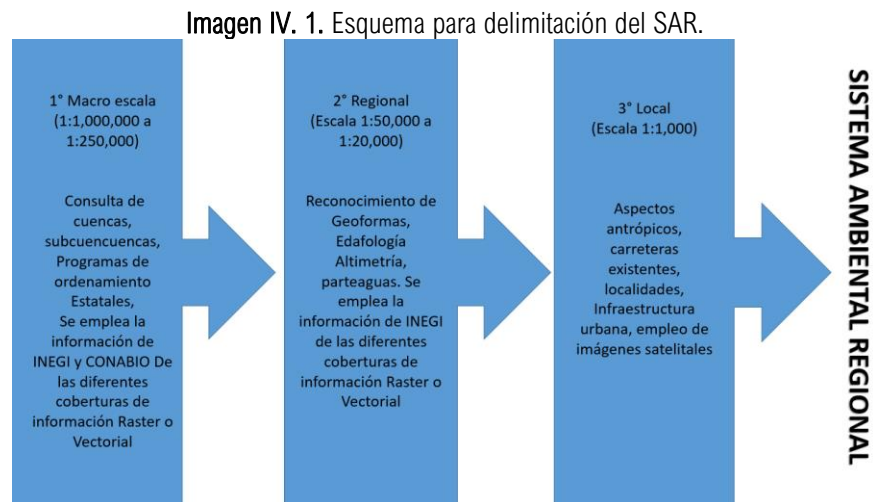
### IV.1 DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.

Para delimitar el área de estudio del proyecto MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL CAMINO: "GUADALUPE VICTORIA - SAN ANTONIO OCOTLÁN - E.C. (SAN PEDRO AMUZGOS - CACAHUATEPEC) - RAMAL A SAN PEDRO AMUZGOS, TRAMO DEL KM. 0+000 AL KM. 9+000, CON UNA META DE 9.0 KM.", UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA. Se analizaron de forma integral los diferentes elementos bióticos y abióticos del sitio donde se establece el proyecto.

#### IV.1.1 DELIMITACIÓN PRELIMINAR.

##### FUNDAMENTO JURÍDICO.

Este apartado se desarrolla de acuerdo con lo dispuesto en la Fracción IV del Artículo 13 del Reglamento de evaluación de Impacto Ambiental (REIA) que dispone la obligación de incluir en la MIA-R una "*Descripción del Sistema Ambiental Regional (SAR) y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región*". En este sentido y en cumplimiento de lo establecido, se presenta el SAR donde se ubica el proyecto, cuyo objetivo principal será la delimitación de este sistema, posteriormente la caracterización y descripción de sus componentes físicos, biológicos y socioeconómicos, finalmente, las tendencias del desarrollo y deterioro de la región, traducido en un diagnóstico objetivo para conocer la calidad ambiental que caracteriza a dicho SAR. Lo anterior resulta fundamental e imprescindible en la evaluación de los impactos ambientales y las propuestas de las medidas de mitigación, compensación, prevención o restauración en su caso. La delimitación del Sistema Ambiental Regional (SAR) equivale a definir la unidad geográfica de referencia para la toma de decisiones en materia de evaluación del impacto ambiental. Lo anterior implica el uso de un enfoque sistémico, geográfico y administrativo orientado a concretar la necesidad de delimitar un sistema ambiental regional, éste se puede alcanzar con la identificación, el reconocimiento y la caracterización de unidades espaciales de homogeneidad relativa, como herramienta inicial para lograr un diagnóstico ambiental de una porción del territorio, con validez para proyectar la evaluación del impacto ambiental. Es por lo tanto a través de esta noción de sistema ambiental que es factible identificar y evaluar las interrelaciones e interdependencia que caracterizan la estructura y el funcionamiento del o los ecosistemas y efectuar previsiones respecto de los efectos de las interrelaciones entre el ambiente y el proyecto. Son muy diversas las afectaciones o impactos que ocasiona una carretera, ya sea nueva o modernizada, por ello la definición del Sistema Ambiental Regional (SAR) es un tema muy significativo que debe hacerse utilizando de forma jerárquica criterios y componentes, por ejemplo hidrológicos, geomorfológicos, florísticos, distribución de fauna, ANP's, UGA's, aspectos sociales (límites políticos, poblados, carreteras, etc.), aspectos jurídicos, como ordenamientos ecológicos, estatales, municipales, planes de desarrollo municipales, entre otros, cuya intención sea identificar unidades espaciales homogéneas tanto en su estructura como en su función. Los criterios técnicos, normativos y de planificación utilizados para establecer el SAR donde se encuentra inserto el proyecto que nos ocupa, en la siguiente imagen se muestra el modelo metodológico para la delimitación del SAR.



Fuente: SECIRA, 2021.

### NIVELES CONSIDERADOS PARA DELIMITAR EL SAR.

La figura anterior muestra las escalas utilizadas o tomadas en cuenta para delimitar el SAR.

- 1er. Nivel Macro escala: Fisiografía, Cuencas hidrológicas, Subcuencas, Regionalización y POET (UGA's), Sitios importantes para la conservación, ANP (nivel federal, estatal o municipal, en su caso), Sitios RAMSAR, AICAS, RHP y RTP.
- 2do. Nivel: Geo sistemas (Unidades de relieve o geoformas), Tipos de suelo (cartografía INEGI), Geología (cartografía INEGI), Hidrología cartografía INEGI),
- 3er. Nivel: Aspectos sociales (poblados, comunidades, ejidos, predios o parcelas). Infraestructura: caminos, carreteras, terracerías, canales de riego etc.).

### PROCEDIMIENTO DE REGIONALIZACIÓN, SOBREPOSICIÓN DE MAPAS MEDIANTE EL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG).

Para delimitar preliminarmente el SAR fue importante la realización de un procedimiento de regionalización, sobreponiendo mapas en un SIG y considerando en orden decreciente en cuanto a tamaño las cuencas, subcuencas, microcuencas, las Unidades de Gestión Ambiental (UGA's) precisadas en un ordenamiento ecológico vigente, así mismo, las principales geoformas, distribución de los diferentes tipos de suelo, vegetación y área de distribución de especies de particular importancia, entre otros. Cada uno de los componentes tiene distinta escala de representatividad espacial, ya que la escala a la que ocurren los cambios principales en componentes como el clima, la hidrología (cuencas y subcuencas) o la geología de una región, ocurren a escalas de reconocimiento (1:1'000,000, 1:500,000 o 1:250,000); se organizaron a partir de los aspectos funcionales, siguiendo un orden jerárquico de geo sistemas. El análisis de un sistema considerando como límites físicos los parteaguas de las cuencas o subcuencas hidrológicas, incluyéndose todos sus cuerpos de agua y escorrentías, resulta en primera instancia, un buen límite para establecer el SAR ya que muchos de los procesos dentro del sistema están fuertemente relacionados con el factor agua. Este límite puede ser adecuado para un proyecto de grandes dimensiones y que impactará diversos recursos dentro de la cuenca, no obstante, puede ser que el tamaño de las cuencas o subcuencas resulten desproporcionadamente grandes con respecto al proyecto o a los demás componentes ambientales; por lo que, se corre el riesgo de sobrevaluar componentes dentro de un sistema y analizar componentes que se expresan a escalas de menor resolución como la vegetación, haciendo descripciones muy extensas de tipos de vegetación que no tendrán ninguna relación con el proyecto, pero que se encuentran dentro de la cuenca. Por otro lado, si el sistema ambiental se define a partir de límites de componentes con representatividad a nivel detallado, como puede ser la distribución de determinados tipos de vegetación, el área así determinada no permitirá evaluar la variabilidad en componentes de mayor escala de representación como la

geología o efectos en corredores de desplazamiento de fauna y rutas migratorias. Para entender el Contexto del Sistema Ambiental Regional, a continuación, se presentan las generalidades del Municipio de San Juan Cacahuatepec y San Pedro Amuzgos, en los cuales se desarrolla el proyecto:

**Tabla IV. 1.** Características de los Municipios de San Juan Cacahuatepec y San Pedro Amuzgos.

ATRIBUTO	San Juan Cacahuatepec
LOCALIZACIÓN	Se localiza en las coordenadas 98°09'12" longitud oeste, 16°46' 44" latitud norte y a una altura de 400 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con el estado de Guerrero y San Pedro Amuzgos; al sur con Mártires de Tacubaya y San Sebastián Ixcapa; al oeste con el estado de Guerrero; al este con San Pedro Amuzgos y San Sebastián Ixcapa. Su distancia aproximada a la capital del estado es de 369 kilómetros
EXTENSIÓN	La superficie total del municipio es de 189.18 km <sup>2</sup>
OROGRAFÍA	Cerro Zanapilla, Cerro del Ocote, Cerro del Mirador, Cerro la Urraca, Cerro de Huixtepec y el Cerro de San Pedro Amuzgos de Putla.
HIDROGRAFÍA	Río La Pastora, río Prieto, río Maíz, río de la Hierba Santa y río Cañada de Limón.
CLIMA	El tipo de clima de este municipio es cálido subhúmedo.
PRINCIPALES ECOSISTEMAS	Flora Flores: rosales, bocotes, gardenias, jazmines. Plantas comestibles: chepil, hierba mora, verdolaga, calabacitas, quintoniles. Árboles: tamalocote, huapinol, robles, bocote, cuatodolote, toronjil, caoba, palo de zopilote. Frutos: mangos, tamarindos, cajnicuile, cocos, chicozapote, limón, naranja, papaya, plátanos, jamaica. Plantas exóticas: muchacha, huichicata, hoja calada, helechos, sanguino. Plantas medicinales: ruda, albacahar, epazote, verengena y candó.  Fauna Aves silvestres: zanate, zopilote, hurraca, calandrias, golondrinas, cotorro, perico, paloma, chachalac. Animales salvajes: zorro, tigrillo, venado. Insectos: zancudos, moscas, mosquitos. Especies acuáticas: ranas, camaleón, potes. Reptiles: víboras, coralillos, cascabel, rayada, masacoa, iguana. Animales domésticos: gallina, guajolote, perro, puerco, toros, burros, caballo
RECURSOS NATURALES	Los recursos naturales del municipio lo integran sus tierras de cultivo agrícola y los pastos para la cria de ganado.
CARACTERÍSTICAS Y USO DE SUELO	El tipo de suelo localizado en el municipio es el cambisol eutrico más feosen haplico + regosol eutrico/2 y regosol eutrico, luvisol, crómico, litoso.
ATRIBUTO	San Pedro Amuzgos
LOCALIZACIÓN	Se localiza en la parte suroeste del estado, en las coordenadas 98°05' longitud oeste, 16°39' latitud norte y a una altura de 520 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con estado de Guerrero y Santa María Zacatepec; al sur con San Juan Cacahuatepec, San Sebastián Ixcapa; al poniente con estado de Guerrero y San Juan Cacahuatepec; al oriente con Santa María Ipalapa y Santa María Zacatepec. Su distancia aproximada a la capital del estado es de 444 kilómetros.
EXTENSIÓN	La superficie total del municipio es de 117.85 km <sup>2</sup> y la superficie del municipio en relación con el estado es del 0.12%.
OROGRAFÍA	Es una zona cerril-montañosa.
HIDROGRAFÍA	La parte oriente del municipio es regada por el Río Santa Catarina.
CLIMA	Su clima es cálido con una temperatura promedio anual de 28-30°C, con lluvias en verano y principios de otoño.

PRINCIPALES ECOSISTEMAS	<p>Flora Propia de climas cálidos de la región costera; abunda el matorral, pastos, lirios; árboles como: parota, pochote, espino, mahuite, cubato, cacahuananche, tlachicon y otros.</p> <p>Fauna Conejos, armadillos, tarantulas, lombrices, sapos, aves como palomas, codornis, lechuza, murciélagos, gavilán, zopilotes, garzas, venados, tigrillo, etc.</p>
RECURSOS NATURALES	Se cuenta con una gran variedad de árboles forestales como: parota, pochote, espino, mahuite, cubato y cacahuananche.
CARACTERÍSTICAS Y USO DE SUELO	El tipo de suelo localizado en el municipio es el luvisol órtico apto para el cultivo de maíz, frijol, calabazas, jamaica, pastos, plataneros, mánegales, ciruelas, nanche, guayaba, anona, etc.

Fuente: INEGI.

#### IV.1.2 DELIMITACIÓN DEFINITIVA.

Como se muestra en las tablas anteriores, el proyecto: "GUADALUPE VICTORIA - SAN ANTONIO OCOTLÁN - E.C. (SAN PEDRO AMUZGOS - CACAHUATEPEC) - RAMAL A SAN PEDRO AMUZGOS, TRAMO DEL KM. 0+000 AL KM. 9+000, CON UNA META DE 9.0 KM.", UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA. Se desarrolla en una zona con un espacio geográfico con una gran cantidad de elementos que permitirán delimitar el Sistema Ambiental Regional (SAR), principalmente los siguientes elementos

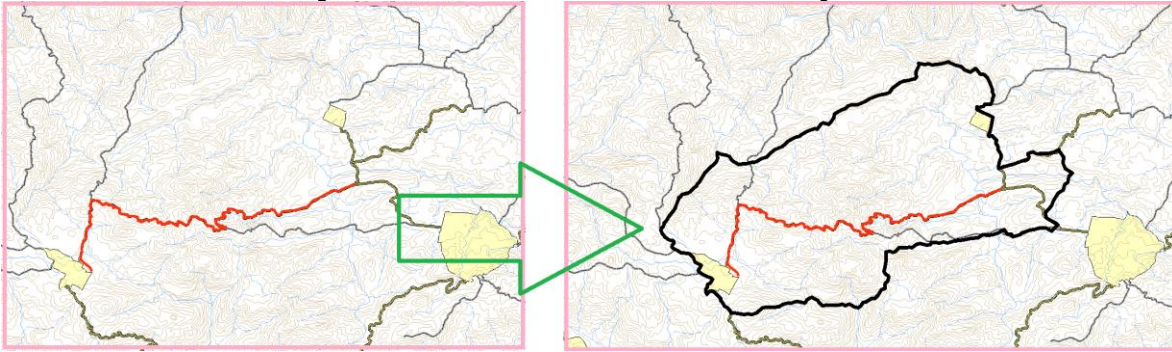
- Topoformas
- Hidrología
- Elementos Antrópicos
- Uso de Suelo y Vegetación

**Topoformas:** El proyecto al desarrollarse en una sierra alta compleja, es un primer elemento para delimitar el Sistema Ambiental Regional, ya que la vegetación e hidrología dependen de las topoformas, dentro del SAR se pueden observar en la porción Oeste del proyecto

**Hidrología:** es otro elemento importante para delimitar el SAR ya que los escurrimientos tanto intermitentes y perennes son una barrera física natural para el intercambio de flora y principalmente fauna de una región, dentro del sistema ambiental regional al norte se presenta un escurrimiento que delimita el área de estudio

**Elementos Antrópicos:** se trata de los principales elementos que servirán para delimitar el SAR ya que los caminos, carreteras y localidades rurales son elementos que fragmentan la vegetación y son barreras físicas de los corredores de fauna, ya que ocasionan el ahuyentamiento de los especímenes a sitios más conservados, en la siguiente imagen se muestra como se delimita el SAR en una primera instancia:

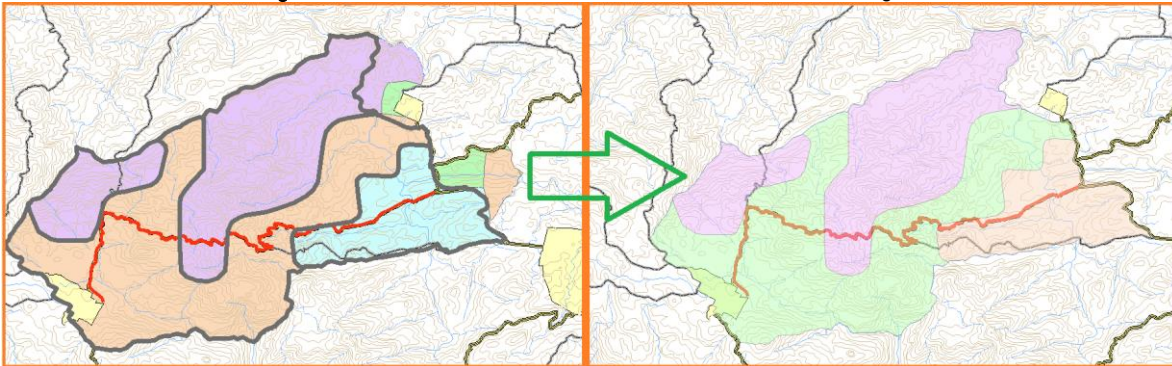
**Imagen IV. 2** Delimitación del SAR sin considerar vegetación



Fuente: SECIRA, 2021.

Una vez que se obtiene una delimitación inicial del SAR, se emplea la cobertura de Uso de Suelo y Vegetación serie VI, para determinar la influencia de los tipos de vegetación con el SAR y poder quitar los tipos de vegetación que no sean acordes a los que se presentan en el trazo y están en los sitios más alejados, como se muestra en la siguiente imagen

**Imagen IV. 3.** Delimitación definitiva del Sistema Ambiental Regional



Fuente: SECIRA, 2021.

Como se muestra en la imagen anterior, el Sistema Ambiental Regional se trata de un polígono que considera los principales elementos para poder definirlo de manera clara, se trata de un polígono de forma irregular de 1,736.78 m<sup>2</sup>, en la siguiente tabla se muestran las coordenadas de dicho polígono, las cuales están calculadas para la zona 14N con el datum WGS84

**Tabla IV. 2** Coordenadas del Sistema Ambiental Regional

FID	UTM		FID	UTM		FID	UTM	
	ESTE	NORTE		ESTE	NORTE		ESTE	NORTE
1	590203	1843519	55	591552	1840330	109	594327	1843760
2	590072	1843466	56	591727	1840254	110	594177	1843730
3	589914	1843319	57	591819	1840361	111	593998	1843794
4	589709	1843217	58	591986	1840485	112	593813	1843877
5	589362	1843162	59	592152	1840598	113	593640	1843945
6	589182	1843321	60	592235	1840675	114	593586	1844012
7	588945	1843404	61	592319	1840892	115	593391	1844040
8	588952	1843294	62	592221	1840969	116	593378	1844199



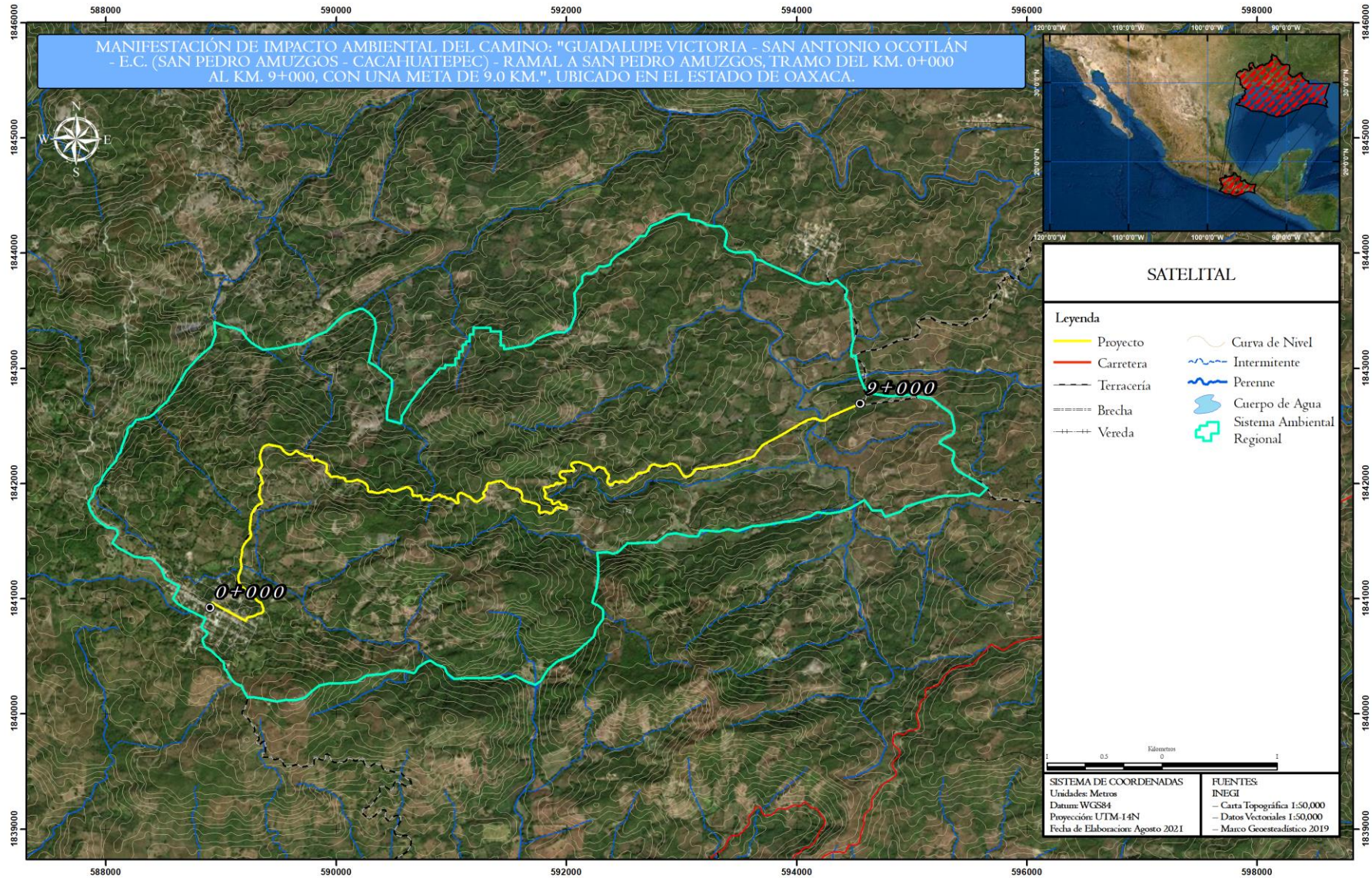
FID	UTM		FID	UTM		FID	UTM	
	ESTE	NORTE		ESTE	NORTE		ESTE	NORTE
9	588845	1843133	63	592274	1841204	117	593217	1844246
10	588690	1842973	64	592266	1841398	118	593060	1844340
11	588598	1842819	65	592403	1841392	119	592968	1844335
12	588481	1842673	66	592528	1841484	120	592820	1844273
13	588358	1842572	67	592782	1841487	121	592730	1844236
14	588260	1842554	68	592950	1841569	122	592686	1844150
15	588187	1842474	69	593144	1841544	123	592634	1844146
16	588153	1842367	70	593165	1841595	124	592577	1844085
17	588079	1842188	71	593321	1841585	125	592494	1844015
18	588002	1842102	72	593480	1841586	126	592430	1843976
19	587947	1841998	73	593677	1841636	127	592389	1843939
20	587855	1841856	74	593948	1841677	128	592379	1843903
21	587944	1841665	75	594120	1841717	129	592324	1843886
22	588093	1841593	76	594170	1841751	130	592280	1843886
23	588054	1841483	77	594369	1841754	131	592259	1843844
24	588179	1841401	78	594588	1841859	132	592211	1843822
25	588333	1841354	79	594654	1841766	133	592171	1843826
26	588460	1841286	80	594734	1841769	134	592137	1843802
27	588513	1841174	81	594764	1841711	135	592137	1843750
28	588632	1841109	82	594896	1841752	136	592110	1843714
29	588581	1841004	83	595034	1841827	137	592065	1843654
30	588628	1840953	84	595283	1841896	138	592075	1843555
31	588763	1840880	85	595419	1841893	139	592078	1843463
32	588861	1840829	86	595521	1841916	140	592050	1843397
33	588826	1840752	87	595584	1841891	141	592031	1843351
34	588879	1840709	88	595652	1841959	142	591977	1843310
35	588835	1840632	89	595512	1842047	143	591918	1843315
36	588972	1840490	90	595410	1842103	144	591428	1843260
37	589047	1840372	91	595361	1842166	145	591429	1843318
38	589173	1840241	92	595367	1842263	146	591340	1843320
39	589227	1840144	93	595241	1842355	147	591340	1843350
40	589482	1840107	94	595356	1842434	148	591191	1843353
41	589728	1840144	95	595353	1842566	149	591189	1843293
42	589850	1840248	96	595219	1842696	150	591159	1843294
43	590071	1840267	97	595155	1842738	151	591158	1843234
44	590177	1840278	98	595038	1842776	152	591128	1843235
45	590256	1840331	99	594895	1842765	153	591127	1843205
46	590413	1840344	100	594741	1842767	154	591097	1843205
47	590532	1840377	101	594584	1842837	155	591096	1843146
48	590687	1840363	102	594526	1843005	156	591066	1843146

FID	UTM		FID	UTM		FID	UTM	
	ESTE	NORTE		ESTE	NORTE		ESTE	NORTE
49	590783	1840454	103	594510	1843113	157	591065	1843086
50	590939	1840402	104	594474	1843102	158	590438	1842629
51	591023	1840303	105	594491	1843240	159	590465	1842745
52	591205	1840310	106	594470	1843450	160	590481	1842798
53	591410	1840327	107	594446	1843585			
54	591469	1840301	108	594436	1843679			

Fuente: SECIRA, 2021.

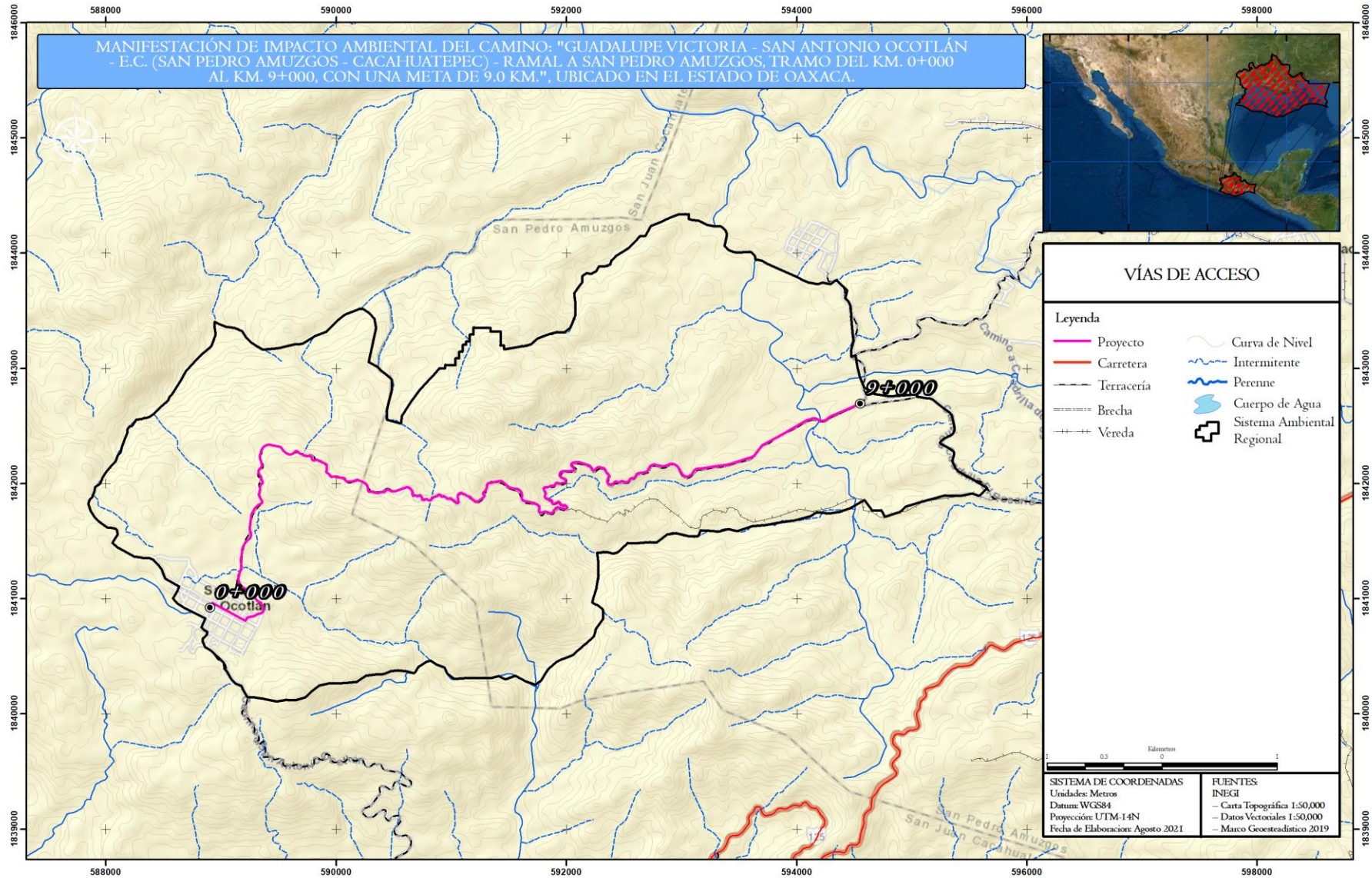
En las siguientes imágenes se muestra el plano satelital y de vías de acceso del SAR

Imagen IV. 4 Vista satelital del Sistema Ambiental Regional.



Fuente: SECIRA 2021

Imagen IV. 5 Vías de acceso del Sistema Ambiental Regional



Fuente: SECIRA 2021

## 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

Para el siguiente trabajo se ha tomado en cuenta el sistema de clasificación climática de Köppen, adecuado por Enriqueta García (en modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen para adaptarlos a las condiciones particulares de la República Mexicana, México Offset Larios). De acuerdo con los lineamientos de la obra anteriormente citada, en nuestro país se encuentran cuatro grupos climáticos, los cuales a su vez se dividen en varios subgrupos, tipos y subtipos. En tal sentido tendríamos:

- Grupo de climas cálidos húmedos, definidos por temperatura media del mes más frío en 18 °C.
- Grupo de climas templados húmedos, definido por temperatura media del mes más frío entre -3° y 18 °C y la del más caliente en 6.5 °C.
- Grupo de climas secos, en este caso los límites para determinar los climas secos y los húmedos se establece por medio de fórmulas que relacionan la participación anual con la temperatura y con el régimen de lluvias.
- Grupo de climas fríos, definido por temperatura media del mes más caliente en 6.5 °C.

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.

En el estado de Oaxaca predominan los climas cálidos, desde los húmedos con lluvias todo el año hasta los subhúmedos con lluvias en verano y de menor humedad, en conjunto abarcan cerca de 47% de la superficie de la entidad; los semicálidos se producen en un 22% y presentan los mismos regímenes de lluvia y grado de humedad que los primeros; los templados, con iguales características, ocurren en alrededor de 20% del territorio oaxaqueño; los semisecos comprenden un 9%, los secos poco menos de 2% y los semifríos algo más de 0.5%.

Esta variedad de climas y el predominio de unos sobre otros están relacionados con la interacción de los factores: latitud, altitud, relieve y distribución de tierras y mares, entre otros.

Como se ha descrito oportunamente con antelación el trazo del proyecto se asienta sobre dos municipios, esto es al poniente se asienta sobre el municipio de San Juan Cacahuatepec, mientras en el oriente del trazo se ubica sobre el municipio de San Pedro Amuzgos. En lo que respecta al municipio de San Juan Cacahuatepec, éste presenta un rango de temperatura de 22 – 28°C, un rango de precipitación entre los 1 500 y los 2 500 mm. Así como el clima designado como Cálido subhúmedo con lluvias en verano.

Estos datos se pueden confirmar en la siguiente tabla:

**Tabla IV. 3.** Tipos de Climas presentes en el municipio de San Juan Cacahuatepec, Oaxaca.

<b>Rango de temperatura</b>	22-28°C
<b>Rango de precipitación</b>	1500-2500 mm
<b>Tipo de Clima</b>	Porcentaje (%)
Cálido subhúmedo con lluvias en verano	100.00%
Total	100.00%

Fuente: INEGI 2010.

En lo que se refiere al municipio de San Pedro Amuzgos, el territorio presenta un rango de temperatura de 22 – 28°C, un rango de precipitación entre los 1 500 y los 2 500 mm. Así como el clima designado como Cálido subhúmedo con lluvias en verano. Es decir, se presentan las mismas condiciones climáticas de San Juan Cacahuatepec.

**Tabla IV. 4.** Tipos de Climas presentes en el municipio de San Pedro Amuzgos, Oaxaca.

<b>Rango de temperatura</b>	22-28°C
<b>Rango de precipitación</b>	1500-2500 mm
<b>Tipo de Clima</b>	Porcentaje (%)
Cálido subhúmedo con lluvias en verano	100.00%
Total	100.00%

Fuente: INEGI 2010.

En lo que respecta al Sistema Ambiental Regional del trazo del proyecto, se presenta únicamente el clima Aw2, clima designado como Cálido subhúmedo con lluvias en verano. Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C. Con 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. Este tipo de clima se asienta en altitudes que oscilan entre los 380 msnm y los 860 msnm, en gran parte sobre sierra alta compleja y en menor cantidad al noreste sobre lomerío con cañadas. Sobre este clima se desarrollaron suelos Cambisoles, Luvisoles y Regosoles, que a su vez clima y suelo permitieron el desarrollo de vegetación de selva baja caducifolia y selva mediana subcaducifolia, vegetación que actualmente presenta un importante cambio con vegetación eliminada o alterada por diversos factores antropogénicos, entre los que destacan los pastizales cultivados con fines pecuarios. Lo cual ha traído consigo una comunidad vegetal significativamente diferente a la original y con estructura y composición florística heterogénea.

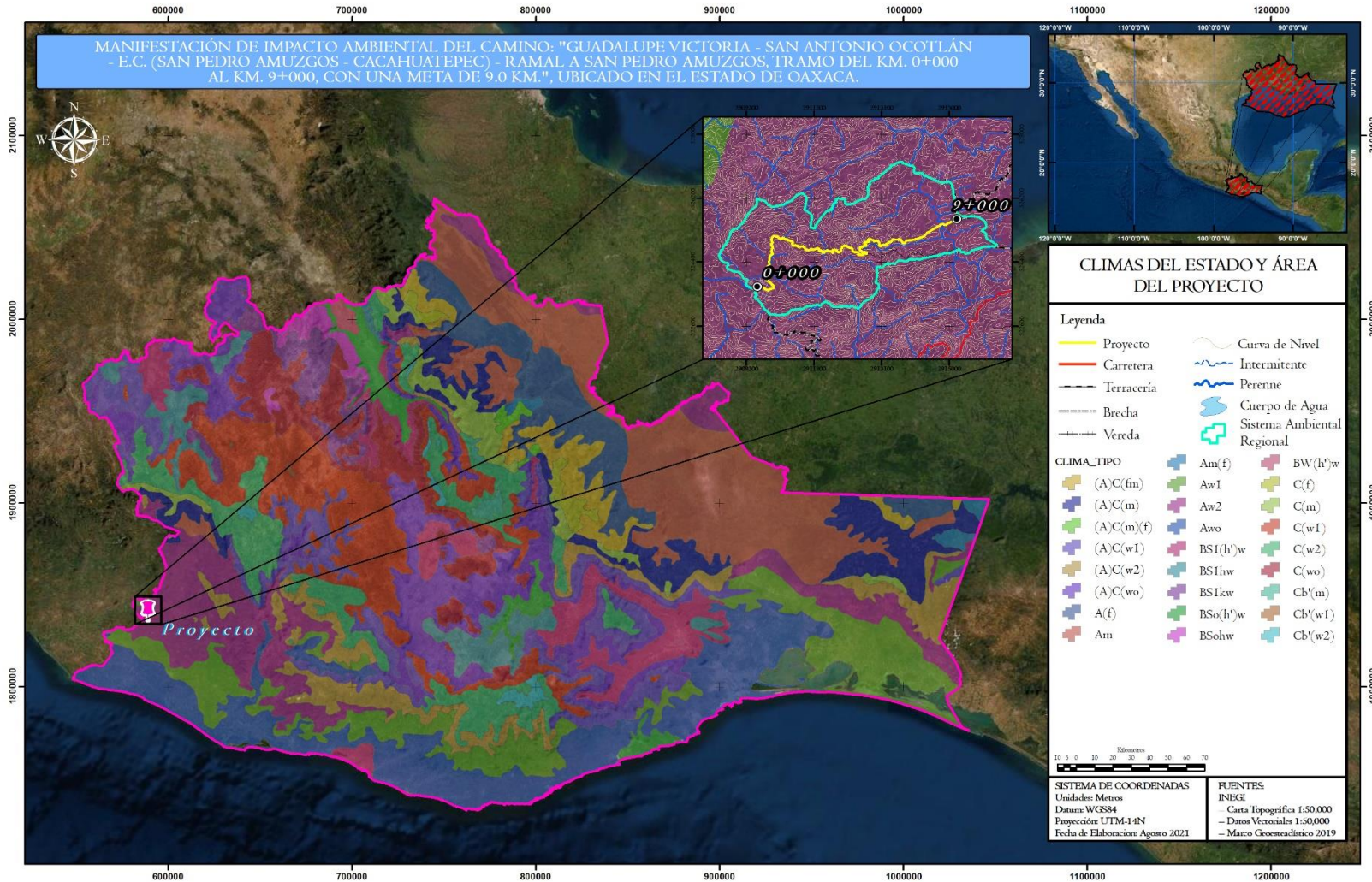
**Tabla IV. 5.** Tipos de Climas presentes en el SAR.

Clima tipo	Descripción Temperatura	Descripción precipitación	Área (hectáreas)	Porcentaje (%)
<b>Aw2</b>	Calido subhumedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes mas frio mayor de 18°C.	Precipitacion del mes mas seco entre 0 y 60 mm; Lluvias de verano con indice P/T mayor de 55.3 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.	1736.78	100.00%
<b>TOTAL</b>			1736.78	100.00%

Fuente: INEGI 2010

En lo que se refiere al trazo del proyecto, éste atraviesa por este tipo de clima **Aw2**, es decir el clima designado como Calido subhumedo con temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes mas frio mayor de 18°C. Precipitacion del mes mas seco entre 0 y 60 mm; luvias de verano con indice P/T mayor de 55.3 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual, este tipo de clima se asienta en altitudes que van de los 401 msnm a los 741 msnm, presentándose las mayores altitudes en el lado poniente y las menores en el lado oriente sobre la topoforma designada como sierra alta compleja del aSubprovincia de la Costas del Sur.

Imagen IV. 6. Tipos de clima en el Estado de Oaxaca



Fuente: SECIRA, 2021

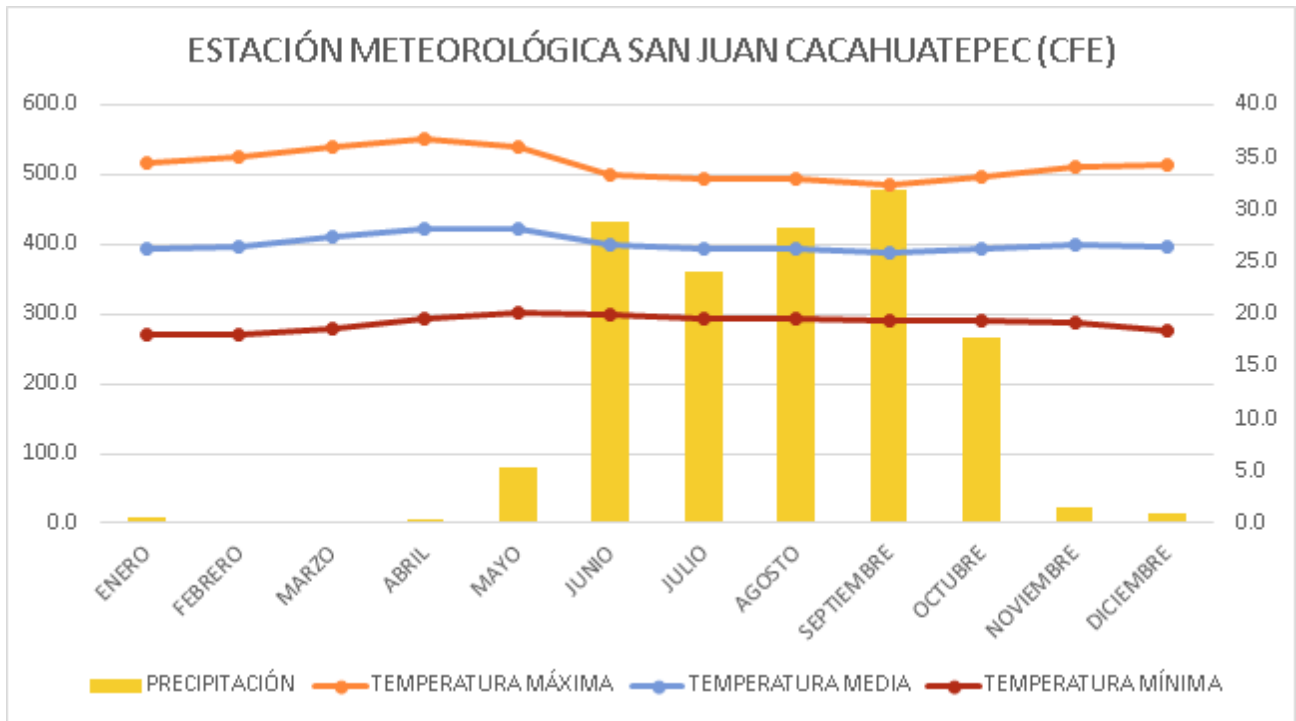


De manera complementaria se muestra el climograma en el que se representa el comportamiento mensual de los parámetros temperatura y precipitación registradas por la Estación Meteorológica **San Juan Cacahuatepec** (20010), la cual cuenta con los registros estadísticos más completos, del año 1951 al 2010, amén de que en la estación meteorológica se presenta el mismo clima que en el trazo y en el Sistema Ambiental Regional del proyecto, es decir cálido subhúmedo con lluvias en verano. 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 **San Juan Cacahuatepec**, cuyas coordenadas geográficas son: 16°36'42" Latitud Norte y los 098°08'58" de Longitud Oeste; por su relación en cuanto distancia al trazo del proyecto, es decir a 5.08 kilómetros en línea recta al sur (esto se puede confirmar en la siguiente imagen), lo cual indica datos más precisos del clima, además de que en esta estación se presenta el mismo tipo de clima que en el trazo del proyecto, esto es, el clima **cálido húmedo con lluvias en verano Aw2**.

- **TEMPERATURA.** En las siguientes tablas se pueden apreciar las temperaturas máximas mensuales. En ella se puede notar que los meses más fríos del año son septiembre con 32.4°C y julio con 33.0°C, mientras que los meses más cálidos corresponden a abril y mayo con 36.0°C y 36.8°C, respectivamente, los cuales corresponden con la transición primavera-verano. En lo que se refiere a la temperatura máxima promedio anual, ésta alcanza los 34.3°C. En este caso la oscilación térmica es de 4.4°C. En lo que respecta a la temperatura media se puede observar que los meses más fríos del año son septiembre y agosto con 25.9°C y 26.2°C; respectivamente, mientras que los más cálidos corresponden a mayo y abril con 28.1°C y 28.2°C. En lo que se refiere a la temperatura media anual, ésta alcanza los 26.7°C. Para la temperatura media la oscilación térmica es de 2.3°C. En tanto que en lo que se refiere a la temperatura mínima se tiene que los meses más fríos del año son enero y febrero, ambos con 18.0°, los cuales corresponden con la temporada invernal, mientras que los más cálidos corresponden a junio y mayo, con 19.9°C y con 20.1°C, respectivamente. En lo que se refiere a la temperatura media anual, ésta alcanza los 19.1°C. Mientras que la oscilación térmica es de 2.1°C.
- **PRECIPITACIÓN.** El promedio precipitación anual para los años de observación realizados en la Estación Meteorológica San Juan Cacahuatepec indica que en la zona se tiene una media anual de 2,095.7 mm con 89.4 días en promedio de lluvia. Los meses con mayor precipitación corresponden con junio y septiembre con 431.6 mm y 478.9 mm, respectivamente, los cuales corresponden con la temporada de veranos, mientras los meses con menor precipitación son marzo y febrero con 2.5 mm y 4.0 mm, respectivamente. Todos estos datos se pueden comprobar en las siguientes gráficas, imágenes y tabla:

Imagen IV. 7. Climograma de la estación meteorológica San Juan Cacahuatepec (CFE).



Fuente: CONAGUA, 2021.

**Tabla IV. 6. Normales Climatológicas de la estación San Juan Cacahuatepec (CFE).**

SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL													
NORMALES CLIMATOLÓGICAS													
ESTADO DE:	OAXACA											PERIODO:	1951-2010
ESTACIÓN:	20010 SAN JUAN CACAHUATEPEC (CFE)												
			LATITUD:	16°36'42" N.	LONGITUD:	098°08'58" W.					ALTITUD:	413.0 MSNM	
ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
<b>TEMPERATURA MÁXIMA</b>													
NORMAL	34.5	35.0	35.9	36.8	36.0	33.3	33.0	33.0	32.4	33.2	34.1	34.3	34.3
MÁXIMA MENSUAL	38.1	39.7	38.9	40.3	40.3	36.8	36.3	36.1	36.0	36.9	37.1	38.2	
AÑO DE MÁXIMA	1995	1982	1999	1982	1987	1988	1988	1988	1986	1987	1987	1991	
MÁXIMA DIARIA	41.5	43.0	42.5	42.5	41.5	42.0	39.5	38.0	38.0	40.5	40.5	42.5	
FECHA MÁXIMA DIARIA	04/1992	26/1982	08/1987	06/1981	08/1983	02/1999	16/1989	25/1970	01/2000	25/1987	02/1987	07/1991	
AÑOS CON DATOS	37	36	36	37	37	37	37	36	36	36	38	38	
<b>TEMPERATURA MEDIA</b>													
NORMAL	26.2	26.5	27.3	28.2	28.1	26.6	26.3	26.2	25.9	26.3	26.6	26.4	26.7
AÑOS CON DATOS	37	36	36	37	37	37	37	36	36	36	38	38	
<b>TEMPERATURA MÍNIMA</b>													
NORMAL	18.0	18.0	18.7	19.6	20.1	19.9	19.6	19.5	19.4	19.4	19.1	18.4	19.1
MÍNIMA MENSUAL	14.7	13.7	15.0	15.9	17.4	17.3	17.2	15.7	17.1	16.7	16.0	14.8	
AÑO DE MÍNIMA	1971	1971	1968	1971	1986	1968	1967	1966	1967	1966	1970	1966	
MÍNIMA DIARIA	12.0	11.0	11.0	13.0	15.0	13.5	10.0	11.0	15.0	12.0	13.0	11.6	
FECHA MÍNIMA DIARIA	30/1966	07/1971	12/1968	22/1971	02/1967	16/1985	30/1987	02/1994	27/1967	31/1987	30/1966	21/1972	
AÑOS CON DATOS	37	36	36	37	37	37	37	36	36	36	38	38	
<b>PRECIPITACIÓN</b>													
NORMAL	8.4	4.0	2.5	4.7	79.0	431.6	360.3	423.4	478.9	265.8	21.5	15.6	2095.7
MÁXIMA MENSUAL	79.5	32.0	55.5	60.0	324.5	1799.4	732.1	870.8	958.0	872.8	104.4	158.5	
AÑO DE MÁXIMA	1985	1983	1969	1966	1982	1974	1975	1975	1977	1977	1977	1966	
MÁXIMA DIARIA	68.5	20.5	55.5	50.0	106.5	340.5	214.5	164.2	212.3	308.0	85.9	124.5	
FECHA MÁXIMA DIARIA	05/1985	26/1989	17/1969	03/1966	20/1982	16/1974	26/1972	18/1995	15/1999	08/1997	01/1977	18/1966	
AÑOS CON DATOS	37	36	36	37	37	37	37	36	36	36	38	38	
<b>EVAPORACIÓN TOTAL</b>													
NORMAL	151.2	149.3	177.3	181.3	172	145.7	144.1	142.4	128.7	136.2	139.5	144.0	1,811.7
AÑOS CON DATOS	22	21	21	22	22	22	22	22	21	21	23	23	

Fuente: SMA ,2021.

## FENÓMENOS CLIMATOLÓGICOS.

Los fenómenos naturales son el resultado del desarrollo activo de la atmósfera del planeta en interacción con la superficie de los océanos y la evaporación de la vegetación de la tierra. Los fenómenos naturales son la manifestación extrema del funcionamiento cotidiano del planeta; el clima y la corteza terrestre son el origen de estas manifestaciones llamadas fenómenos naturales, interactuando a veces de manera conjunta y otras de manera separada, pero los fenómenos naturales siempre serán el resultado de estas manifestaciones del planeta. Oaxaca es afectado por varios tipos de fenómenos hidrometeorológicos que pueden causar la pérdida de vidas humanas o daños materiales de consideración. Entre estos fenómenos se encuentran las lluvias, granizadas, heladas y sequías.

Las fuertes precipitaciones pluviales pueden generar intensas corrientes de agua en los ríos, flujos con sedimentos en laderas de las montañas, movimientos de masas que transportan lodo, rocas, arena, árboles, y otros objetos que pueden destruir casas, tirar puentes y romper tramos carreteros.

En Oaxaca prácticamente cada año ocurren inundaciones por desbordamiento de ríos y lluvias locales intensas, las cuales son cada vez más considerables debido a que existen modificaciones del terreno, es decir, la población se ubica en zonas adenañas a ríos y arroyos que pueden causarles posteriormente una inundación.

Las granizadas producen afectaciones en las zonas de cultivo, obstrucciones del drenaje y daños a estructuras en las zonas urbanas. Las sequías provocan fuertes pérdidas económicas a la ganadería y a la agricultura en períodos de meses o años.

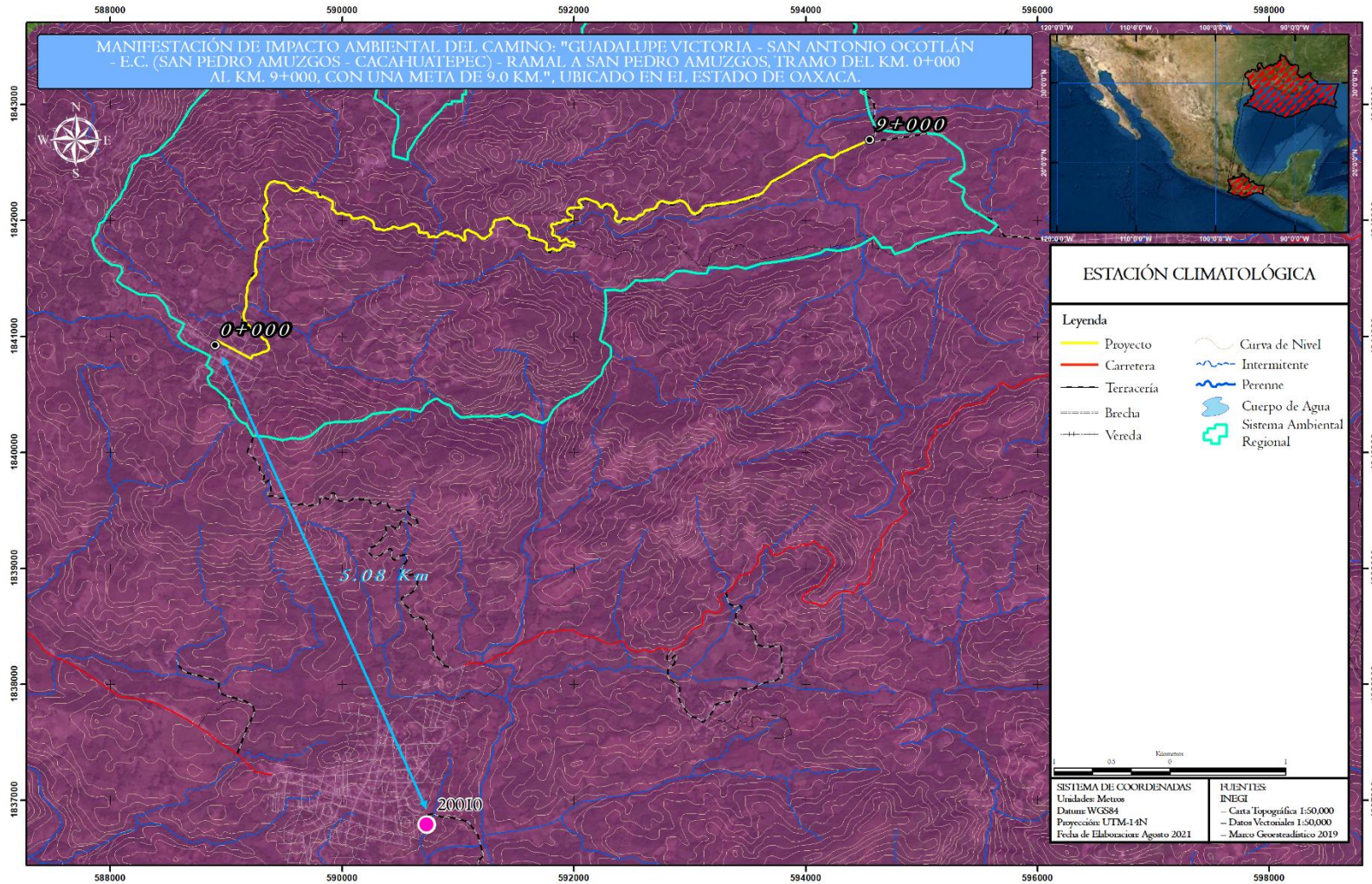
- **GRANIZO.** Debido a la distribución de las tormentas de granizo, se relacionan con el relieve, la exposición de laderas, vientos dominantes y el aumento a la altitud, este fenómeno se registra sobre todo en regiones montañosas. En el Trazo y en el SAR del Proyecto no son frecuentes los eventos de granizo.
- **TORMENTAS Y CICLONES TROPICALES.** Los ciclones tropicales son tormentas violentas que se forman en el mar y que giran alrededor de una zona llamada centro, el cual, a su vez, se desplaza por el mar o en tierra, donde se debilita el sistema. En México, la temporada de ciclones tropicales inicia el 15 de mayo en el océano Pacífico y para el Atlántico el 30 de mayo; en ambos océanos la temporada termina el 30 de noviembre. Los efectos de los ciclones tropicales son cuatro: viento, oleaje, marea de tormenta y precipitación, esta última genera a su vez, inundaciones e inestabilidad de laderas. Se ha observado que en los océanos Atlántico y Pacífico noreste se presentan 34 ciclones tropicales en promedio, entre depresiones y tormentas tropicales, así como huracanes, de los cuales, 18 ocurren en el océano Pacífico y 16 en el Atlántico. De éstos, anualmente cinco impactan a México, tres del Pacífico y dos del Atlántico. Durante 1950 a 2017 han tocado tierra en el país 297 ciclones, los cuales en su mayoría son tormentas tropicales y sólo seis alcanzaron la categoría de huracán V en la escala Saffir-Simpson. Las áreas más expuestas a huracanes categoría I o superiores son las costas. En lo que respecta al municipio de San Pedro Amuzgos, éste se encuentra expuesto a una baja incidencia de huracanes y tormentas tropicales; y en lo que respecta al municipio de San Juan Cacahuatpec presenta una muy baja incidencia de huracanes y tormentas tropicales.
- **INUNDACIONES.** La entidad cuenta con 186 municipios, los cuales son considerados de alto riesgo, ya que en los últimos años se han presentado inundaciones. San Pedro Amuzgos y San Juan Cacahuatpec forman parte de estos municipios considerados de alto riesgo por este fenómeno meteorológico.
- **ISOTERMAS.** Las isotermas son líneas que unen los puntos de igual temperatura. Dada la gran extensión del territorio estatal, Oaxaca presenta una gran variedad de isotermas. Las temperaturas menores del Estado de Oaxaca van de los 8°C a los 10°C, designada como una zona semifrías, las cuales se localizan en las partes más altas de las Sierras Orientales, pertenecientes a la Sierra Madre del Sur en altitudes que oscilan entre los 3,753 y los 3,784 msnm, específicamente en la parte sureste del estado, en los municipios de Santo Domingo Ozolotepec, San Juan Ozolotepec y San Pedro Mixtepec. En cambio las mayores temperaturas que se presentan en el estado designadas como muy cálidas, se localizan en dos mosaicos, uno al suroeste y otro al extremo sureste en toda la línea de costa de las

Costas del Sur, en el sur estatal, con temperaturas mayores a los 28°C. Para el caso del Sistema Ambiental Regional del trazo del proyecto se presentan temperaturas cálidas con temperaturas entre los 24°C a los 26°C en altitudes que oscilan entre los 401 y los 721 msnm.

- **ISOYETAS.** Las isoyetas son conocidas como las líneas que delimitan zonas de igual registro de precipitación, el estado de Oaxaca presenta una gran variedad de isoyetas que van desde las menores que oscilan entre los 300 a 400 mm, hasta mayores de 4,500 mm. Los menores registros de precipitación se localizan al noroeste del estado en las Sierras Centrales de Oaxaca en altitudes de los 600 a los 2200 msnm. Mientras las mayores isoyetas se encuentran en la parte norte en altitudes que oscilan entre los 200 y los 2000 msnm en las Sierras Orientales de la Sierra Madre del Sur. Para el caso del Sistema Ambiental Regional del trazo del proyecto se presentan isoyetas de 1,500 a 1,800 msnm en todo el camino en altitudes de 401 y los 721 msnm.

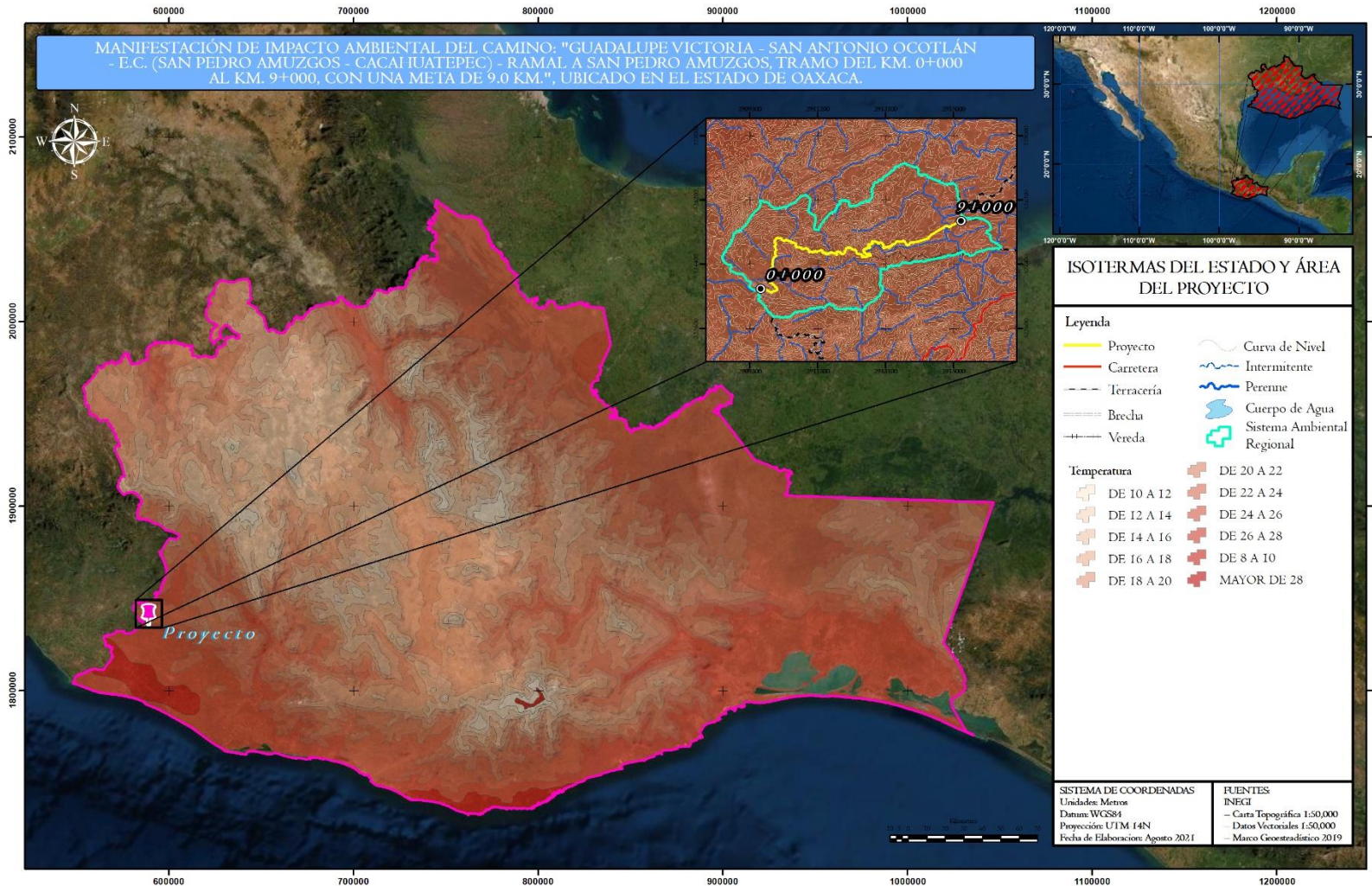
En la siguiente figura se puede observar la distancia que existe entre la estación climatológica y el trazo del proyecto.

Imagen IV. 8. Estación Meteorológicas cercanas al trazo del proyecto.



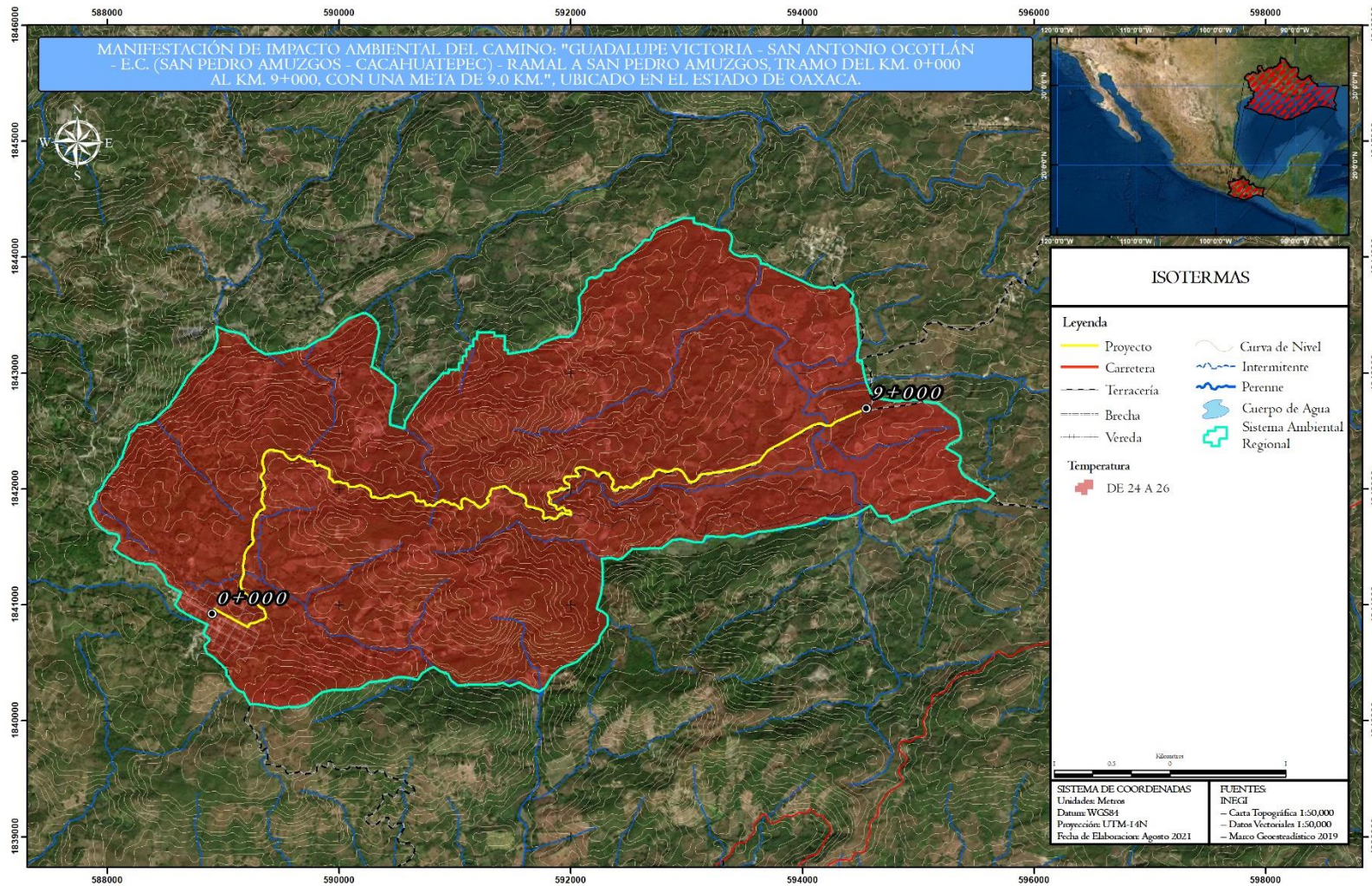
Fuente: SECIRA, 2021.

Imagen IV. 9. Isotermas del Estado de Oaxaca.



Fuente: SECIRA, 2021.

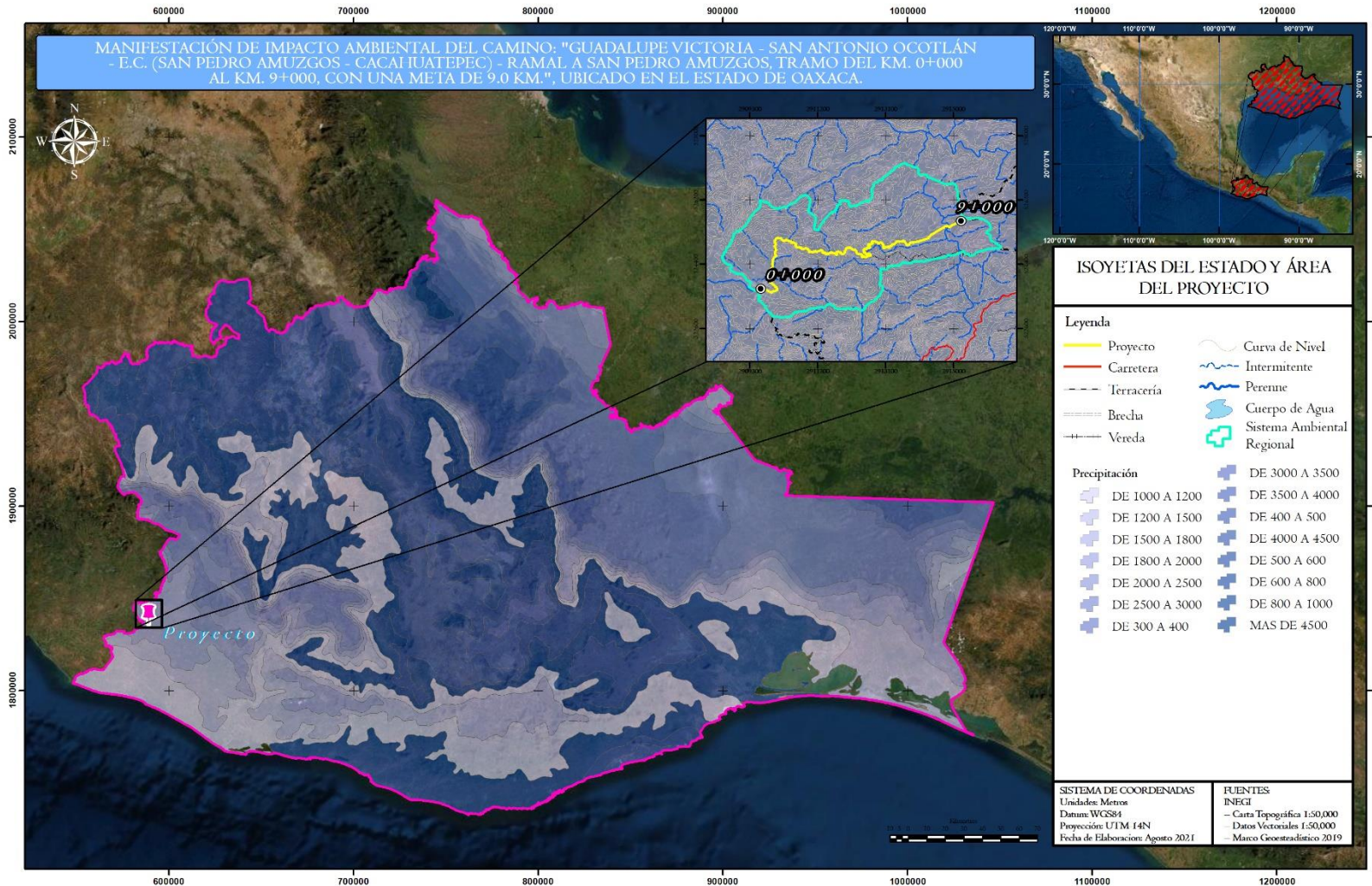
Imagen IV. 10. Isothermas del SAR del trazo del proyecto.



Fuente: SECIRA,2021

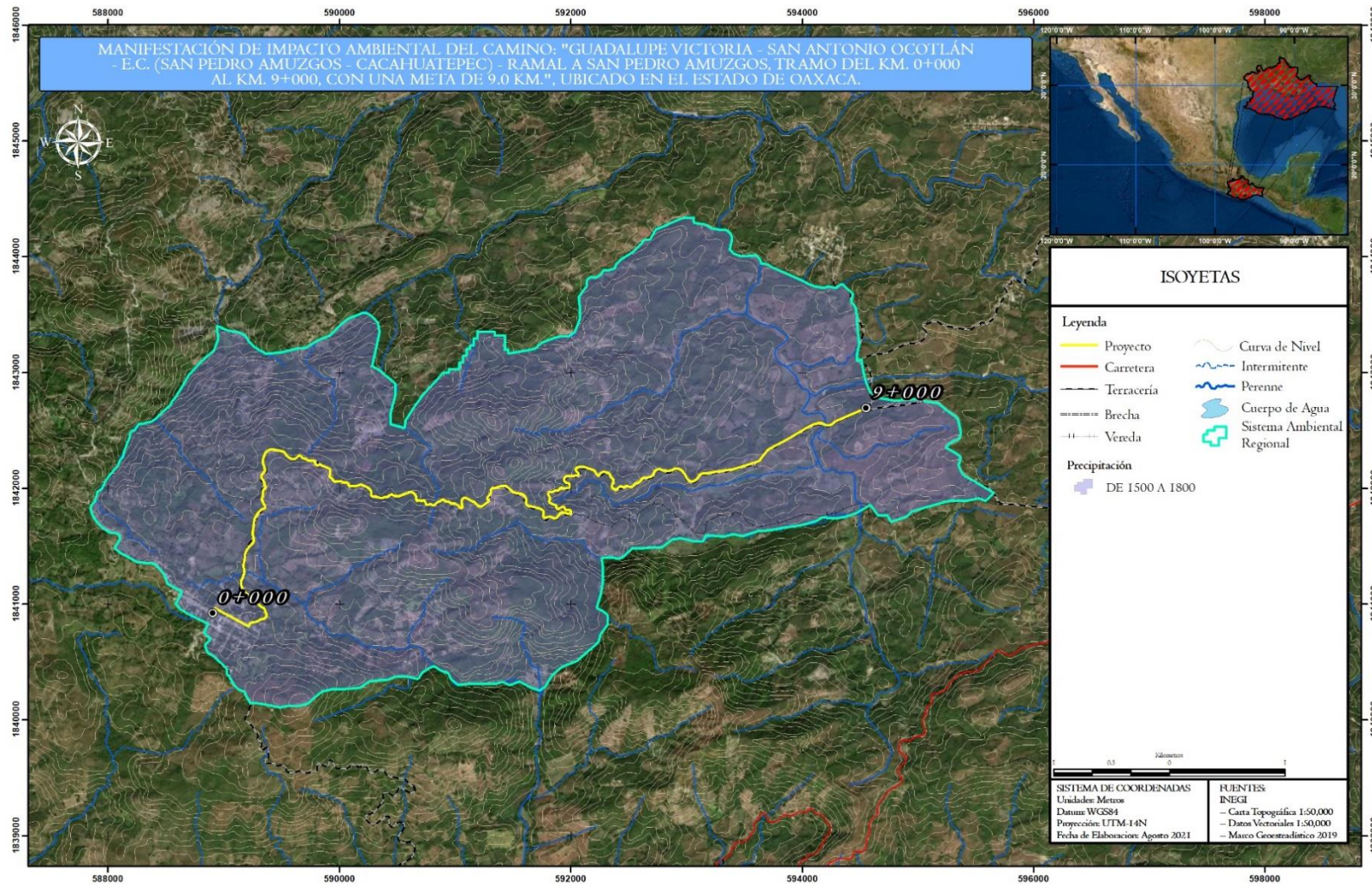


Imagen IV. 11. Isoyetas del Estado de Oaxaca.



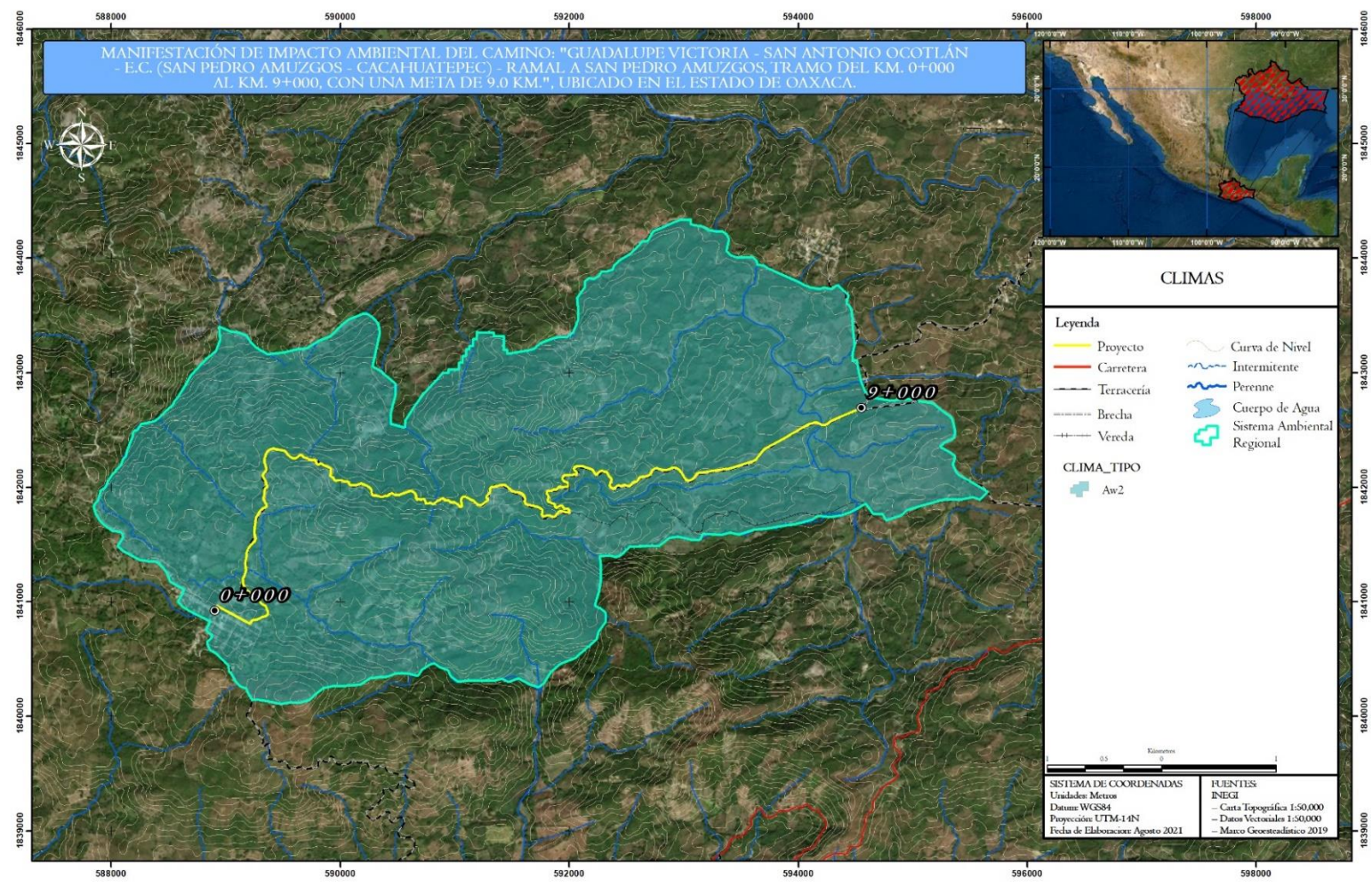
Fuente: SECIRA, 2021

Imagen IV. 12. Isoyetas del SAR del trazo del proyecto.



Fuente: SECIRA,2021

Imagen IV. 13. Climas del Sistema Ambiental Regional del trazo del proyecto.



Fuente: SECIRA, 2021

#### IV.2.2.1.2. GEOMORFOLOGÍA

La geomorfología es la rama de la geología y de la geografía que estudia las formas de la superficie terrestre y los procesos que las generan. La geomorfología está muy relacionada tanto con la geografía física como con la geografía humana (en lo que se refiere a los riesgos naturales y la relación del hombre con el medio).

El relieve es uno de los elementos del paisaje natural que permite diferenciar el territorio en ámbitos ecológicos con cierta homogeneidad. Condiciona la movilidad del flujo de materia y energía e induce en gran medida la distribución de las comunidades vegetales, el potencial de las actividades productivas y la ubicación preferente de los asentamientos humanos.

Con fines metodológicos, el territorio nacional puede subdividirse agrupando regiones que tengan un mismo origen geológico, con paisajes y tipos de rocas semejantes en la mayor parte de su extensión y con geoformas similares. Las zonas así diferenciadas se les reconoce como provincias fisiográficas. En México se han reconocido 15 provincias fisiográficas, para 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 volcánico 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 San Pedro Amuzgos se asienta sobre la Provincia Fisiográfica de la Sierra Madre del Sur y a su vez sobre la Subprovincia Fisiográfica de Costas del Sur. Finalmente, la demarcación presenta una gran geomorfología, destacando el lomerío con cañadas con un 50.87% del territorio municipal, seguido por la sierra alta compleja con un 28.18%, el valle ramificado con lomerío con un 20.49% y en menor proporción el lomerío con llanuras con tan solo el 0.46% del municipio. En lo que se refiere al municipio de San Juan Cacahuatepec al igual que el municipio anterior se asienta en su totalidad sobre la Provincia de la Sierra Madre del Sur y a la Subprovincia de las Costas del Sur. Contando asimismo con distintas geoformas, entre las que destacan la sierra alta compleja con un 73.05%, enseguida el valle ramificado con lomerío abarca un 21.84% del municipio, en tercer sitio el lomerío con llanuras con un 3.61%, finalmente, el lomerío con cañadas (1.22%) y la sierra baja compleja (0.28%) son las topoformas de menor representatividad.

**Tabla IV. 7.** Fisiografía del Municipio de San Pedro Amuzgos.

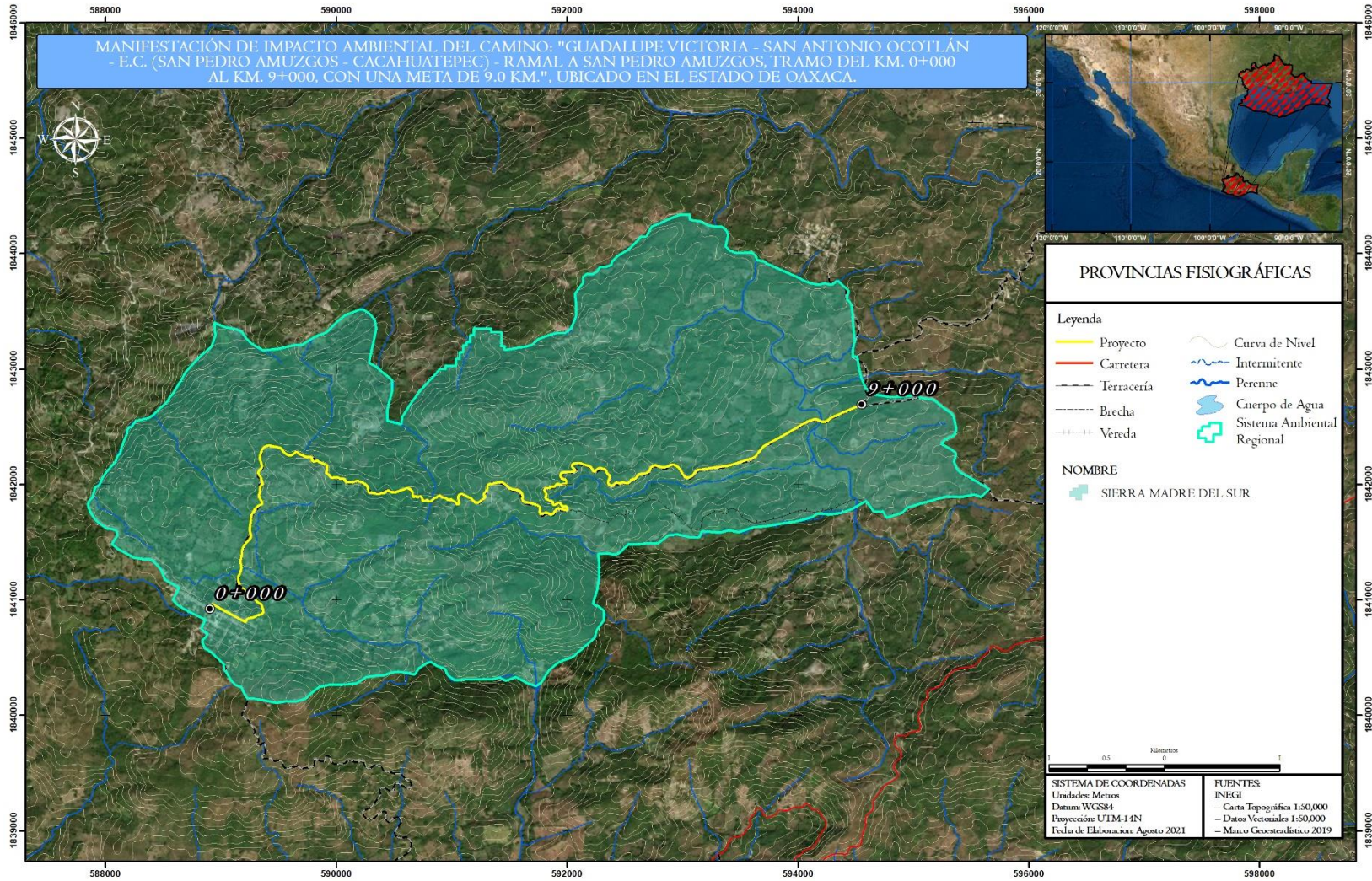
PROVINCIA	SUBPROVINCIA	SISTEMA DE TOPOFORMAS	Porcentaje (%)
Sierra Madre del Sur	Costas del Sur	Lomerío con cañadas	50.87%
		Sierra alta compleja	2.18%
		Valle ramificado con lomerío	20.49%
		Lomerío con llanuras	0.46%
		Total	100.00%

**Tabla IV. 8.** Fisiografía del Municipio de San Juan Cacahuatepec.

PROVINCIA	SUBPROVINCIA	SISTEMA DE TOPOFORMAS	Porcentaje (%)
Sierra Madre del Sur	Costas del Sur	Sierra alta compleja	73.05%
		Valle ramificado con lomerío	21.84%
		Lomerío con llanuras	3.61%
		Lomerío con cañadas	1.22%
		Sierra baja compleja	0.28%
		Total	100.00%

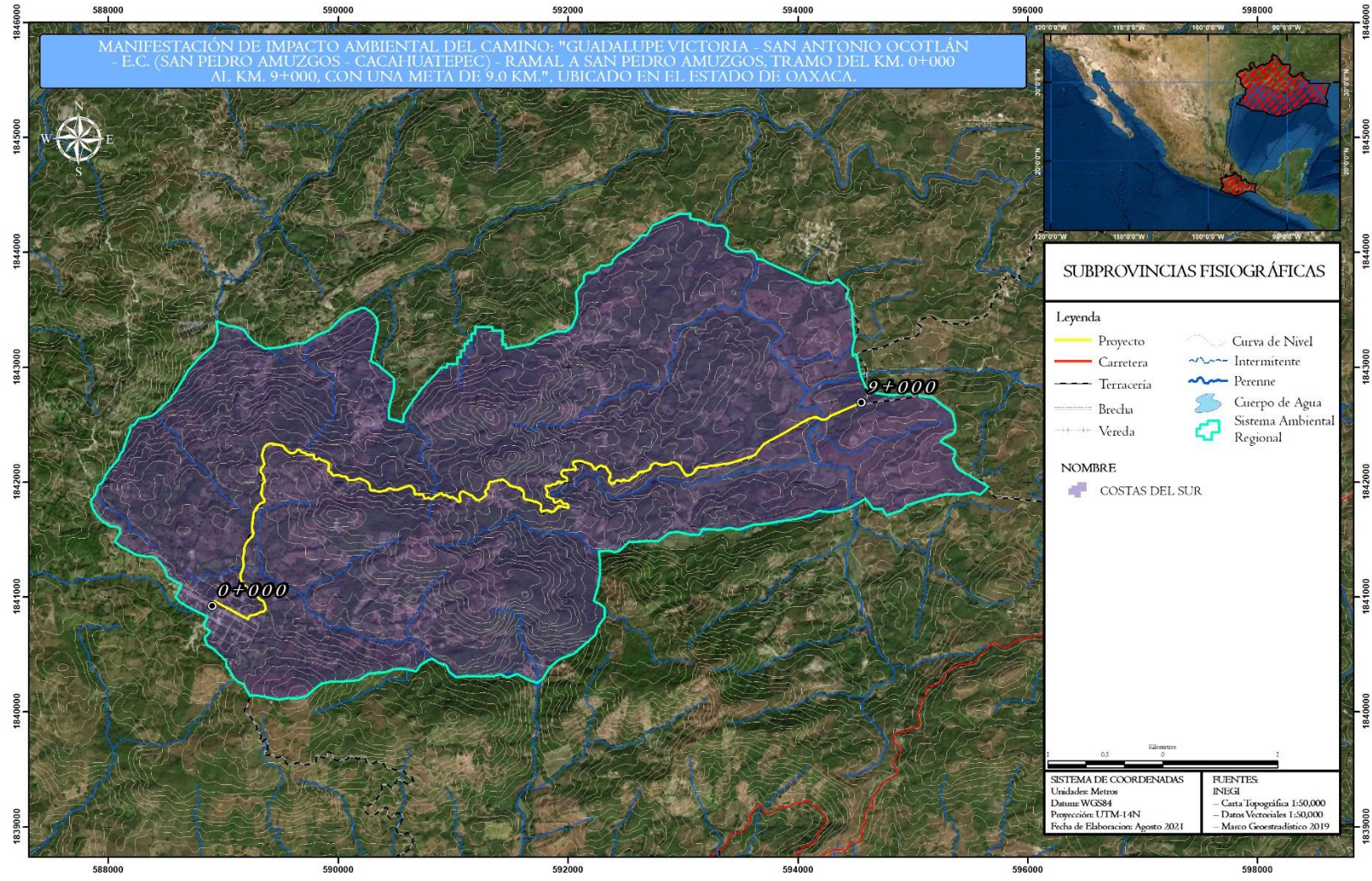
En cuanto al Sistema Ambiental Regional del trazo del proyecto se asienta en su totalidad en la **Subprovincia Costas del Sur**, la cual comprende la angosta llanura costera del Pacífico, que va más o menos en sentido oeste-noroeste-este-sureste, desde las cercanías de la desembocadura del río Coahuayana, límite entre Colima y Michoacán de Ocampo, hasta Salina Cruz, Oaxaca, pasando por el estado de Guerrero. En sus tramos más angostos tendrá unos 20 km de ancho; comienza a ampliarse a la altura de Zihuatanejo para alcanzar un máximo de 45 km en la región de Santiago Pinotepa Nacional, Oaxaca. La porción guerrerense localizada entre el límite del estado de Michoacán de Ocampo y la ciudad de Acapulco de Juárez, es conocida como "Costa Grande"; la que se extiende al este de la última población mencionada y llega a Pinotepa Nacional, Oaxaca, es llamada "Costa Chica" y la zona más al oriente se conoce sólo como la "Costa".

Imagen IV. 14. Provincias fisiográficas del proyecto



Fuente: SECIRA2021

Imagen IV. 15. Subprovincias fisiográficas del Proyecto



Fuente: SECIRA,2021

**Imagen IV. 16.** En las fotografías se puede observar la complejidad de toposformas presentes en el SAR.

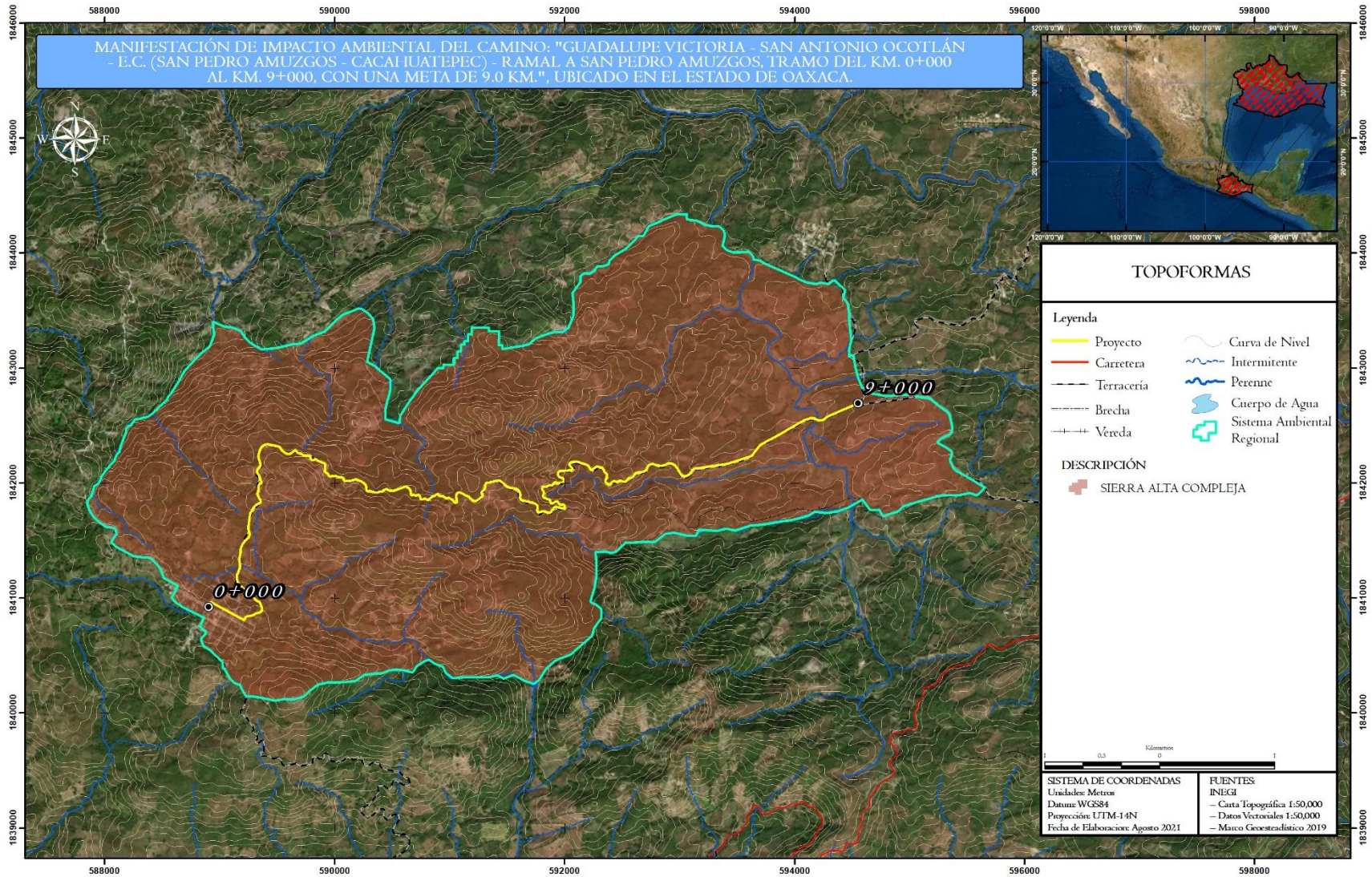


En las fotografías aéreas capturadas mediante vehículo aéreo no tripulado (dron), se puede observar claramente la topología que prevalece en el trazo del proyecto y en el Sistema Ambiental Regional, con sierras altas complejas, geomorfología congruente con la complejidad de la Provincia Fisiográfica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

Fuente: SECIRA, 2021.

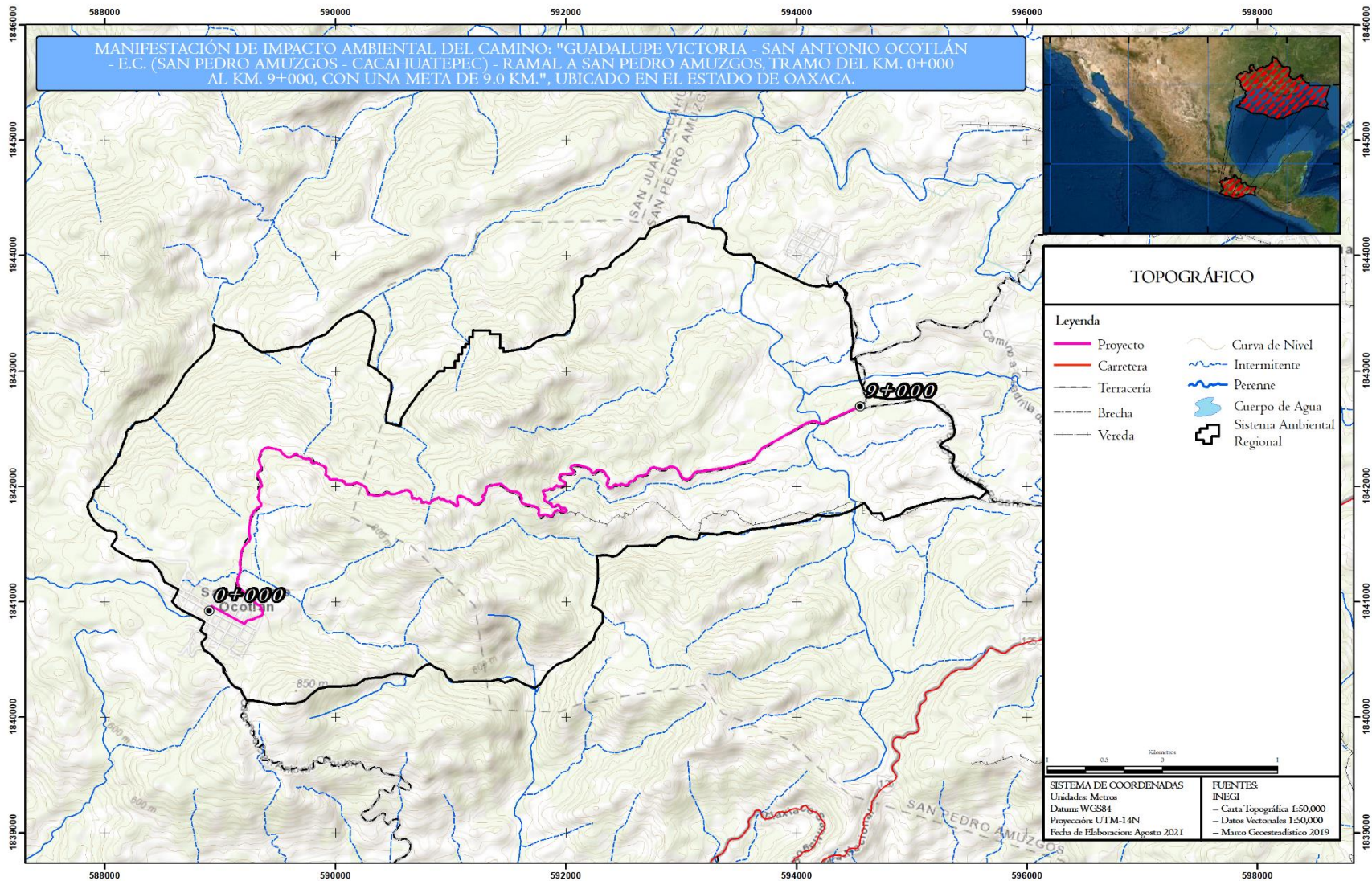


Imagen IV. 17. Topoformas presentes en el área del Proyecto.



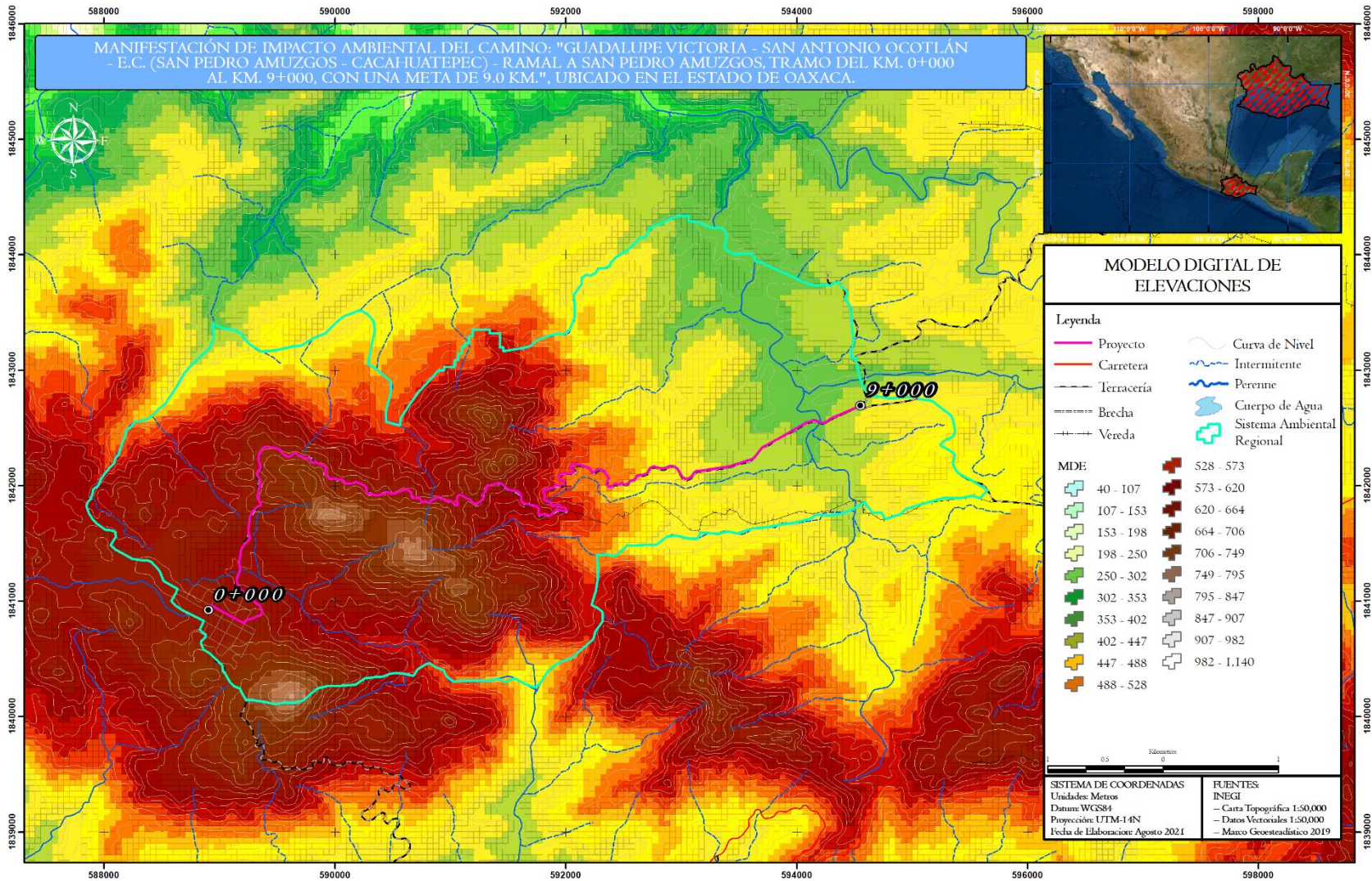
Fuente: SECIRA, 2021

Imagen IV. 18. Topografía presente en el área del proyecto.



Fuente: SECIRA, 2021

Imagen IV. 19. Modelo Digital de Elevaciones del área del proyecto.



Fuente: SECIRA, 2021

La **Sierra Madre del Sur** se extiende más o menos paralela a la costa del Océano Pacífico, desde punta de Mita en Nayarit hasta el Istmo de Tehuantepec en Oaxaca. Tiene una longitud aproximada de 1 200 km y un ancho medio de 100 km. Su planicie costera es angosta y en algunos lugares falta. La Sierra Madre del Sur limita con las provincias: Eje Neovolcánico, al norte; Llanura Costera del Golfo Sur, Sierras de Chiapas y Guatemala y Cordillera Centroamericana, al oriente; al sur y oeste colinda con el Océano Pacífico. Abarca partes de los estados de Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán de Ocampo, Guerrero (casi todo el estado), México, Morelos, Puebla, Oaxaca y Veracruz-Llave. Es considerada la región más compleja y menos conocida del país, debe muchos de sus rasgos particulares a su relación con la placa de Cocos. Ésta es una de las placas móviles que hoy se sabe integran a la corteza exterior terrestre (litosfera). La placa de Cocos emerge a la superficie en el fondo del Océano Pacífico al oeste y suroeste de las costas del Pacífico mexicano, hacia las que se desplaza con lentitud (2 o 3 cm por año) para encontrar a lo largo de las mismas el sitio de "subducción" donde se hunde hacia el interior del planeta. A esto se debe la fuerte sismicidad que se produce en la región, en particular sobre las costas guerrerenses y oaxaqueñas, así que la trinchera de Acapulco es una de las zonas más activas. Esa relación es la que seguramente ha determinado que algunos de los principales ejes estructurales de la provincia (Depresión del Balsas, cordilleras costeras, línea de costa, etc.) tengan estricta orientación este-oeste, condición que tiene importantes antecedentes en el Eje Neovolcánico y que contrasta con las predominantes orientaciones estructurales noroeste-sureste del norte del país. Es una región de gran complejidad litológica en la que cobran mayor importancia que en las provincias al norte, las rocas intrusivas cristalinas, en especial los granitos, y las metamórficas. La sierra tiene sus cumbres a una altitud de poco más de 2 000 m, con excepción de algunas cimas como la del cerro Nube (Quie-Yelaag), en Oaxaca, que es de 3 720 m.

La Sierra Madre del Sur comprende 79.82% del territorio estatal, a través de fracciones de las subprovincias: Sierras Orientales, Cordillera Costera del Sur, Costas del Sur, Sierras Centrales de Oaxaca, Sierras y Valles de Oaxaca y Mixteca Alta.

La **Subprovincia Costas del Sur** comprende la angosta llanura costera del Pacífico, que va más o menos en sentido oestenoroeste-estesureste, desde las cercanías de la desembocadura del río Coahuayana, límite entre Colima y Michoacán de Ocampo, hasta Salina Cruz, Oaxaca, pasando por el estado de Guerrero. En sus tramos más angostos tendrá unos 20 km de ancho; comienza a ampliarse a la altura de Zihuatanejo para alcanzar un máximo de 45 km en la región de Santiago Pinotepa Nacional, Oaxaca. La porción guerrerense localizada entre el límite del estado de Michoacán de Ocampo y la ciudad de Acapulco de Juárez, es conocida como "Costa Grande"; la que se extiende al este de la última población mencionada y llega a Pinotepa Nacional, Oaxaca, es llamada "Costa Chica" y la zona más al oriente se conoce sólo como la "Costa".

En Oaxaca abarca parte de los distritos de Jamiltepec, Juquila, Miahuatlán, Pochutla, Yautepec y Tehuantepec; terrenos que representan 12.26% del área estatal. Colinda al norte con las subprovincias Cordillera Costera del Sur y Sierras Orientales, al este con la discontinuidad fisiográfica Llanura del Istmo y al sur con el Océano Pacífico. La zona está conformada por sierras, llanuras y lomeríos; las primeras se localizan a lo largo del límite norte de la subprovincia, se aproximan al litoral cerca de San Pedro Pochutla y Salina Cruz y están constituidas predominantemente por rocas metamórficas precámbricas, aunque en el oriente se encuentran rocas metamórficas y sedimentarias del Cretácico, ígneas intrusivas del Mesozoico e ígneas extrusivas del Terciario. Las llanuras se encuentran a lo largo de la faja costera, cubiertas por suelos del Cuaternario principalmente; y los lomeríos se hallan entre las sierras y las llanuras, y sólo dos de las unidades llegan al litoral, una en Puerto Ángel y otra en Barra de la Cruz.

El sistema de topofomas que abarca mayor extensión es el de sierra baja compleja, unidades de este sistema se encuentran en los alrededores de San Pedro Atoyac, cerca de Villa de Tututepec de Melchor Ocampo y del oeste de Santos Reyes Nopala a Salina Cruz; la sierra alta compleja corresponde a los terrenos situados entre San Pedro Amuzgos y Mártires de Tacubaya, en el oeste de la subprovincia; la sierra baja forma unidades pequeñas entre la sierra baja compleja, tal es el caso al sureste de San Gabriel Mixtepec, en las proximidades de Santa María Huatulco y al este de San Miguel del Puerto. El lomerío se localiza en el extremo oeste, el lomerío con cañadas al norte y este de San Pedro Amuzgos, las unidades más extensas son las de lomerío con llanuras, comprenden de las cercanías de Mártires de Tacubaya a Santiago Pinotepa Nacional y las proximidades de la laguna Miniyua, los terrenos al oriente de la localidad Río Grande, y del este y norte de San Pedro Pochutla a Santiago Astata. Las llanuras están clasificadas en: costera con lomeríos, este sistema se localiza de Santiago Tepextla al oeste de la laguna Miniyua, del noroeste de San José del Progreso al sureste de Río Grande, del sur de Santa María Colotepec

a San Pedro Pochutla y de los alrededores de Faro Morro Ayutla a las inmediaciones de Salina Cruz; costera de piso rocoso o cementado con lomeríos, al noroeste de la laguna Pastoría y en el entorno de San Pedro Mixtepec; costera inundable con lagunas costeras, de los alrededores de la laguna Miniyua a los alrededores de la laguna Pastoría; y costera salina, del sur de Río Grande a El Tomatal. El valle de laderas tendidas con lomeríos corresponde a las áreas que bordean la corriente de agua La Arena y sus tributarios; el valle ramificado con lomeríos se localiza al norte de San Pedro Amuzgos; el valle intermontano corresponde a un tramo del río Colotepec; y el valle de laderas escarpadas, está formado por la corriente de agua que pasa por Santos Reyes Nopala. Por último, hay dos unidades de playa o barra al oeste, sur y sureste de la laguna Corralero. Asimismo, el Trazo del Proyecto se asienta completamente sobre la topografía designada como sierra alta compleja. Topografía que prevalece en el SAR en un 99.96% que representan 1,736.01 hectáreas, con altitudes que oscilan entre los 380 msnm a los 860 msnm, con únicamente lomerío con cañadas en el lado noreste con una altitud de 420 msnm cubriendo 0.77 hectáreas que corresponden con el 0.04% del Sistema Ambiental.

Los datos anteriormente mencionados se pueden verificar en la siguiente tabla e imagen:

**Tabla IV. 9.** Topoformas del Sistema Ambiental Regional.

Entidad	Nombre	Descripción	Área (hectáreas)	Porcentaje (%)
Sistema de topoformas	Lomerío	Lomerío con cañadas	0.77	0.04%
	Sierra	Sierra alta compleja	1736.01	99.96%
<b>TOTAL</b>			1736.38	100.00%

La superficie estatal forma parte de las provincias: Eje Neovolcánico, Sierra Madre del Sur, Sierras de Chiapas y Guatemala, Llanura Costera del Golfo Sur y Cordillera Centroamericana.

En la mayoría de la superficie hay sierras conformadas por rocas sedimentarias (se forman en las playas, los ríos y océanos y en donde se acumulen la arena y barro), ígneas intrusivas (formadas por debajo de la superficie de la Tierra), ígneas extrusivas o volcánicas (se forman cuando el magma o roca derretida sale de las profundidades hacia la superficie de la Tierra) y metamórficas (han sufrido cambios por la presión y las altas temperaturas), en estas elevaciones se localiza el cerro Nube Flane (Quie Yelaag) con 3,720 metros sobre el nivel del mar, que representa la mayor altitud del estado.

Hacia el suroeste hay un cañón que ha labrado el río Grande–Atoyaquillo. En la porción noreste hay un lomerío, una llanura y un valle en el cual se ha instalado la presa Miguel Alemán.

En la zona sur, también existe una llanura y un lomerío que han formado cuerpos de agua como la laguna Superior, laguna Inferior y Mar Muerto, entre otros.

En lo que se refiere al trazo del proyecto se presentan elevaciones que van desde los 401 msnm a los 741 msnm sobre sierra alta compleja. Esto se puede confirmar en las anteriores fotografías:

### IV.2.2.1.3 GEOLOGIA

La geología es considerada como una ciencia histórica ya que parte de la premisa de que el relieve actual de la Tierra es el resultado de una larga y variada evolución, por ello analiza este desarrollo espacial y temporal para señalar los factores y fuerzas que actuaron en el proceso y que le han dado la forma que actualmente conocemos, tanto en el exterior como en el interior de nuestro planeta.

El estado de Oaxaca presenta las características geológicas más complejas del país, debido a la serie de eventos tectónicos superpuestos que han ocurrido en su territorio a lo largo del tiempo geológico y que generaron, por consecuencia, una gran diversidad de unidades litológicas aflorantes.

Desde el Proterozoico Tardío, la región fue afectada por eventos que definieron tres procesos geomorfológicos sobresalientes: el más importante, que originó las montañas complejas de la Sierra Madre del Sur, constituidas por rocas metamórficas, volcánicas e inclusive sedimentarias de origen marino y continental, afectadas en su conjunto por cuerpos batolíticos; el segundo en importancia, consiste de montañas bajas y lomeríos de rocas sedimentarias, plegadas por efectos de diversos grados de tectonismo; el tercer elemento geomorfológico, lo constituye un paisaje volcánico de lomeríos, producto de derrames y material piroclástico.

Las sierras altas se caracterizan por riscos y escarpes disectados por profundos cañones y barrancos, observándose en las de origen marino, la presencia de un sistema cárstico que ha labrado dolinas y sumideros. Las montañas bajas y lomeríos presentan mesetas disectadas ocasionalmente por angostos cañones, desde donde las elevaciones disminuyen en forma paulatina hasta formar planicies sedimentarias que constituyen la faja costera en el sur de la entidad.

En la entidad se tienen afloramientos metamórficos extensos, ampliamente distribuidos, son del Precámbrico al Cenozoico (Terciario); en diversas zonas del estado, se presentan rocas ígneas intrusivas y extrusivas, las cuales son del Paleozoico al Cenozoico (Terciario); mientras que los afloramientos de unidades sedimentarias se distribuyen en forma de promontorios aislados en todo el territorio estatal, su edad varía desde el Paleozoico hasta el Cuaternario. Por último, los depósitos recientes (suelos) se disponen sobre todo como planicies costeras, valles intermontanos, planicies aluviales y valles fluviales.

El territorio del municipio de San Pedro Amuzgos presenta una dominancia de rocas del Jurásico, de clase Metamórfica, de tipo Gneis con el 53.89%, en orden de importancia le siguen las rocas Ígneas extrusivas de tipo Granito con el 27.12% y en tercer y último sitio las rocas del Terciario de tipo granito-granodiorita ocupan el 18.99% restante.

Esto se puede observar en la siguiente tabla:

**Tabla IV. 10.** Geología del Municipio de San Pedro Amuzgos.

TIPO DE ROCA	PORCENTAJE
Ígnea:	
Granito	27.12%
Granito-granodiorita	18.99%
Metamórfica:	
Gneis	53.89%
	100.00%

FUENTE: INEGI, 2010.

En lo que respecta al municipio de San Juan Cacahuatepec presenta una dominancia de rocas del Jurásico, de clase Metamórfica, de tipo Gneis con el 61.89%, en orden de importancia le siguen las rocas del Terciario Ígneas extrusivas de tipo granito-granodiorita con el 37.17% y en tercer y último sitio las rocas de tipo Granito ocupan el 0.94% restante.

Esto se puede observar en la siguiente tabla:

**Tabla IV. 11.** Geología del Municipio de San Juan Cacahuatepec.

TIPO DE ROCA	PORCENTAJE
Ígnea:	
Granito	0.94%
Granito-granodiorita	37.17%
Metamórfica:	
Gneis	61.89%
	100.00%

FUENTE: INEGI, 2010.

Geológicamente, el Sistema Ambiental Regional presenta una dominancia de rocas metamórficas del Mesozoico, de tipo Gneis, estas rocas del Jurásico cubren un 73.59% del Sistema Ambiental que equivalen a 1,278.10 hectáreas localizadas en todo el centro-oriente del SAR, en altitudes que oscilan entre los 380 msnm a los 860 msnm, en los que los suelos regosoles, Cambisoles y luvisoles se han desarrollado, permitiendo a su vez que la selva haya prosperado, afectada actualmente por el cambio de uso de suelo hacia el pastizal cultivado con fines pecuarios en una zona cálida. En segundo sitio las rocas ígneas intrusivas del Cenozoico abarcan un total de 458.68 hectáreas que representan un 26.41% del SAR, estas rocas del Terciario se localizan en altitudes que van de los 420 msnm a los 840 msnm, sobre estas rocas de tipo granito se desarrollaron los suelos de tipo Cambisoles y luvisoles en un clima cálido subhúmedo que han permitido que la selva haya prosperado. Esto se puede observar en la siguiente tabla:

**Tabla IV. 12.** Geología del Sistema Ambiental Regional.

Clave	Entidad	Clase	Tipo	Era	Sistema	Área (hectáreas)	Porcentaje (%)
J(Gn)	Unidad cronoestratigráfica	Metamórfica	Gneis	Mesozoico	Jurásico	1278.10	73.59%
T(Igia)		Ígnea intrusiva	Ígnea intrusiva ácida	Cenozoico	Terciario	458.68	26.41%
<b>TOTAL</b>						1736.78	100.00%

FUENTE: INEGI, 2010.

### Rocas Metamórficas

Son el resultado del Metamorfismo o recristalización de rocas ígneas y sedimentarias. En este proceso las rocas son sometidas a cambios texturales y mineralógicos, en tal forma que sus características originales son alteradas o completamente perdidas. Como consecuencia de esto, las rocas metamórficas exhiben un alto rango de características ingenieriles y comúnmente son muy útiles como materiales de construcción. Las características de comportamiento de los taludes en rocas metamórficas sanas dependen de sus patrones de fracturación y bandeamiento (Microestructura textura y estructura). La foliación y la esquistosidad presente en algunas rocas metamórficas las hacen muy susceptibles a la meteorización. Las rocas metamórficas más comunes son la Cuarzita, el Neiss (Gneis), el Esquisto, La Serpentinita, la Pizarra, la Filita y el Mármol.

### Neiss

El Neiss es una roca bandeada o foliada, en la cual bandas de color claro, de cuarzos y feldspatos forman microestructuras paralelas con bandas de otros minerales como biotita y hornblenda y en algunos casos piroxeno. La biotita está generalmente, acompañada de moscovita. El ortoneiss es una roca derivada del granito por metamorfismo regional y el paraneiss es derivado de sedimentos. Algunos ortoneisses tienen la composición de un granito o granodiorita. Los Neisses son más resistentes que los esquistos, aunque menos que los granitos.

### Rocas Igneas intrusivas

Las rocas Igneas intrusivas son el producto del enfriamiento del Magma, antes de aflorar este a la superficie. Las rocas ígneas forman el 98% del volumen de la corteza terrestre, aunque en superficie son más comunes las rocas sedimentarias y en menor proporción las ígneas y metamórficas. Las rocas ígneas intrusivas poseen generalmente, una microestructura desordenada e

isotrópica con uniones muy fuertes entre los cristales, en su estado intacto. Generalmente, son rocas muy duras y densas, y en su estado natural inalterado poseen una resistencia al cortante muy alta, sin embargo, al fracturarse y meteorizarse pueden ser blandas y débiles. El comportamiento de las rocas ígneas sanas o no meteorizadas en los taludes es controlado por su estructura, conformada por las juntas o diaclasas, fallas y zonas de corte, las cuales actúan como superficies de debilidad. Las principales rocas ígneas intrusivas son el Granito, la Diorita, la Dolerita, y el Gabro.

### *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 Trazo del Proyecto se asentó mayormente sobre rocas del Jurásico con rocas metamórficas de tipo Gneis, esto en el lado oriente del trazo, mientras que en una pequeña parte del trazo en el poniente se presentan rocas ígneas extrusivas ácidas. Específicamente del km 0+000 al km 3+000 se presentan rocas ígneas extrusivas y del km 3+000 al km 9+000 se presentan rocas metamórficas de tipo Gneis.

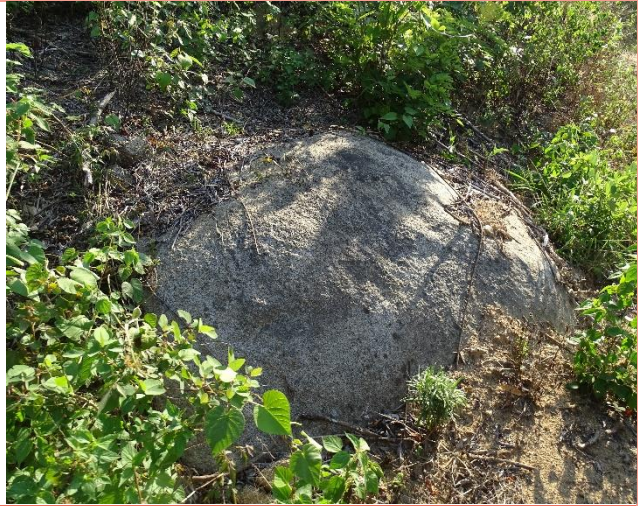
En las siguientes fotografías se pueden observar algunas de ellas.



Imagen IV. 20. Fotografías de las rocas en cortes presentes en el área de estudio.



Gneis



Gneis



Gneis



Gneis



Gneis

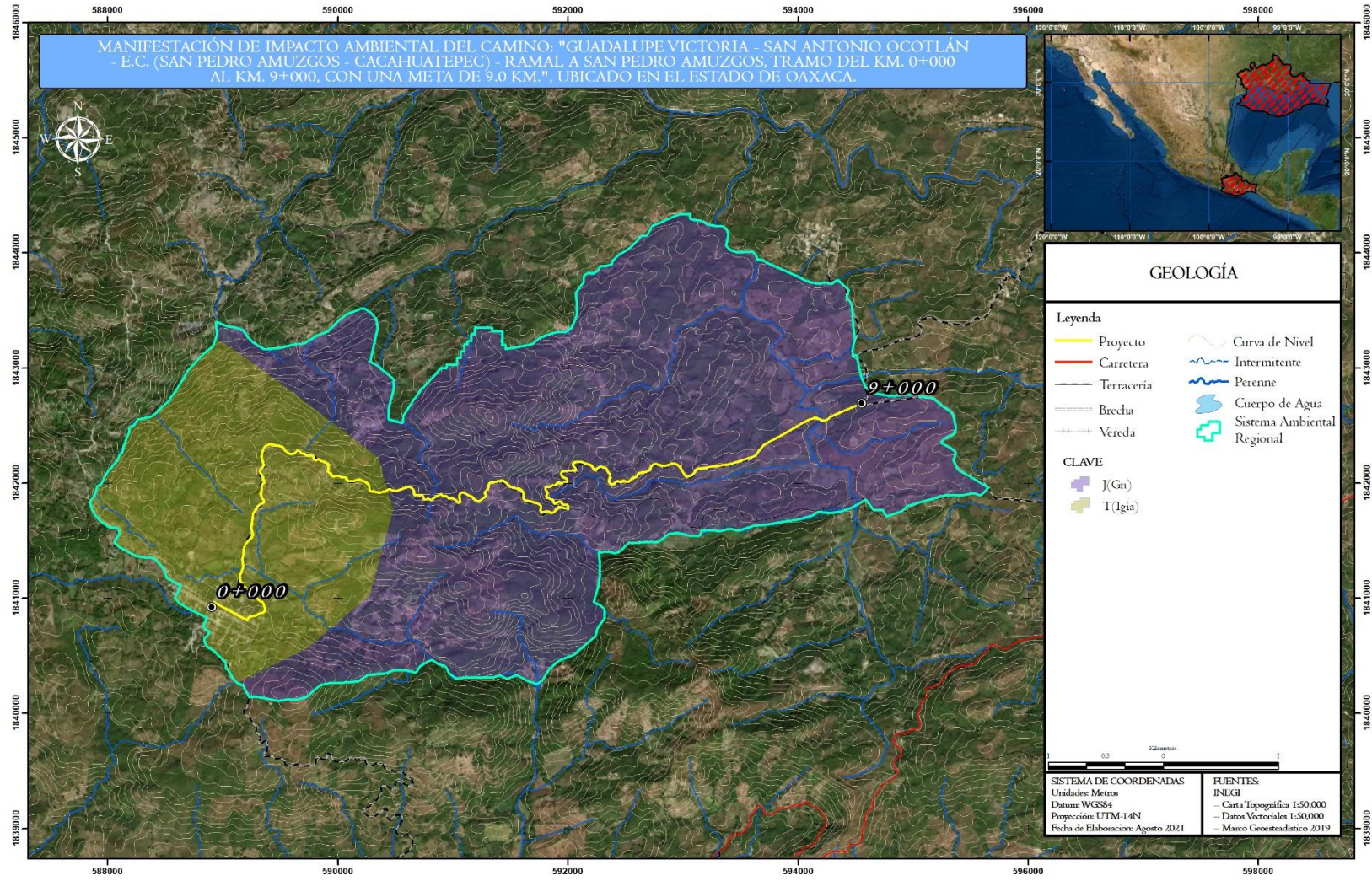


Gneis

Fuente: SECIRA, 2021.



Imagen IV. 22. Geología presente en el área del proyecto.



Fuente: SECIRA, 2021.

### 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. Existen en el estado de Oaxaca un sin número de fallas, de las cuales 52 de ellas se encuentran plenamente identificadas y clasificadas, presentándose de la siguiente manera: 4 normales, 10 inversas, 10 de desplazamiento lateral izquierdo, 25 de desplazamiento lateral derecho, un pliegue-falla, un graven y un anticlinal.

En este sentido es importante realizar un análisis para conocer si existen o no estructuras tectónicas de este tipo dentro del área del proyecto. El resultado del análisis cartográfico indica que existe una fractura con dirección noreste-suroeste y que es paralela al trazo del proyecto a 9.26 kilómetros al sur de éste. Dicha fractura mide 13.99 kilómetros.

**Tabla IV. 13.** Fallas y/o fracturas del área de estudio

Entidad	Tipo	Dirección	Des_bloque	Representa	Longitud	Distancia al área del proyecto
<b>Fractura</b>	No aplica	Noroeste-suroeste	No aplica	Definida	13.99 km	9.26 kilómetros

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

**Fractura.** Consiste en una ruptura de la corteza terrestre acompañado o no de un desplazamiento relativo de los bloques rocosos, también es denominada fractura.

### **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).

La región de Oaxaca, comprendida entre los 15.00° y 18.50° de Latitud Norte y los 94.50° y 98.75° de Longitud Oeste, es una de las regiones con más alta sismicidad en México. Esta actividad sísmica está asociada al proceso de subducción de la Placa de Cocos por debajo de la Placa de Norteamérica. Este límite tectónico es conocido como la zona de subducción y es la zona donde se localizan aproximadamente el 85-90% de los sismos que ocurren en nuestro país. Del año 1974 a 1996, el Servicio Sismológico Nacional registró 27,533 sismos mayores de magnitud 2.5 grados Richter. De estos sismos 8,030 ocurrieron dentro del estado de Oaxaca, esto es aproximadamente 30% de los sismos registrados y localizados en nuestro país. En la tabla que se muestra mas adelante, podemos observar que han ocurrido 21 eventos mayores de magnitud 7 dentro de los límites de Oaxaca. Algunos de estos ocurren en: 1903 (M=8.3), 1928(M=8, 7.5, 7.8, 7.4, 7.6, 1931 (M=8, gran desastre en la ciudad de Oaxaca), 1978 (M=7.8), por citar algunos cuantos.

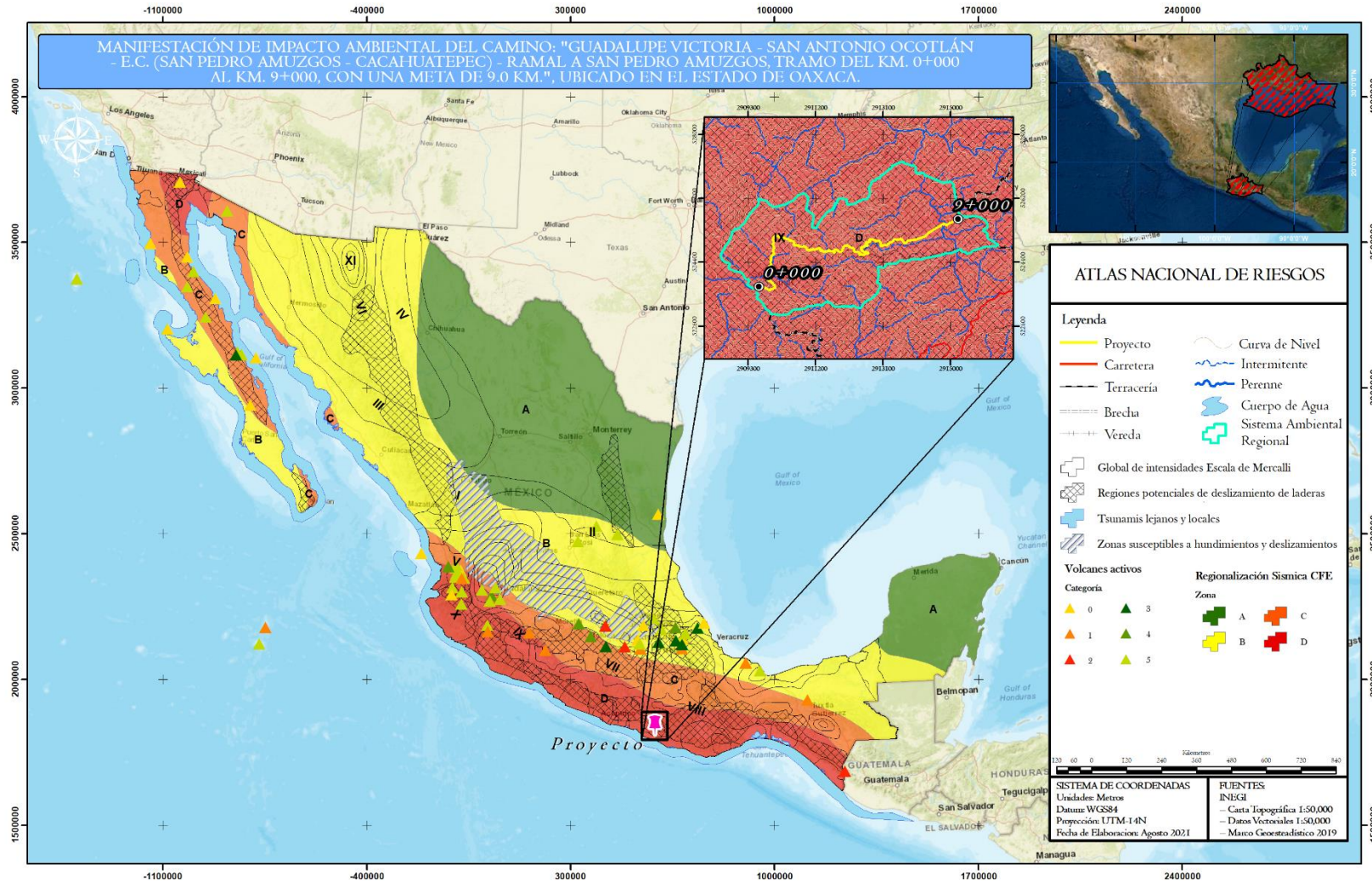
Como se puede observar en la siguiente imagen el Sistema Ambiental Regional del trazo del proyecto se asienta sobre la zona D, en donde se presentan grandes sismos frecuentes, aceleración del terreno >70% de la gravedad.

**Tabla IV. 14.** 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. 23. Atlas Nacional de Riesgos



Fuente: SECIRA, 2021.

#### IV.2.2.1.4. SUELOS

Los suelos son el producto de la interacción, a través del tiempo, del material geológico, clima, relieve y organismos. En el estado de **Oaxaca** dominan las topofomas de sierras y lomeríos, que en conjunto constituyen aproximadamente el 80% y, junto con las condiciones climáticas, han tenido influencia en el intemperismo de las rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas, para que a partir de la formación de sedimentos se haya dado lugar a la génesis de suelos jóvenes (litosoles, rendzinas y regosoles) en primer lugar, a suelos con desarrollo moderado (feozems, cambisoles, castañozems) en segundo y, en menor extensión, a suelos maduros (acrisoles, luvisoles, nitosoles). La vegetación ha contribuido con la aportación de materia orgánica para la formación suelos como feozems, rendzinas, castañozems y algunas subunidades húmicas de acrisoles y cambisoles.

Por lo anterior se considera que el intemperismo físico ha predominado sobre los procesos químicos y bioquímicos en la formación de los suelos. Algunos procesos formadores han sido la humificación de la materia orgánica para la formación de los horizontes mólicos y húmicos en suelos como los feozems, la formación de arcillas en horizontes superficiales y la posterior migración de ellas hacia horizontes más profundos para la formación del denominado horizonte argílico, como también en algunas áreas muy localizadas donde el estancamiento de agua en el interior del suelo y la acumulación de sales han ocasionado la formación de horizontes gléyicos y sálicos, respectivamente. En general, existen limitaciones por fases físicas (lítica, gravosa, pedregosa y petrocálcica) en 75.25% de los suelos en el estado y por fases químicas (salina, sódica y salino-sódica) en 1.12%, en tanto que los suelos profundos sin fase comprenden el 22.43%.

La textura media es la dominante en los 30 cm superficiales de los suelos, con 77.78%, mientras que la textura fina se encuentra en 12.01% y la gruesa sólo en 9.03%, por lo que se puede decir que usualmente tienen buen drenaje interno.

Con respecto a la fertilidad inherente que presentan los suelos, se puede considerar que son de fertilidad moderada, con excepción de los acrisoles, nitosoles y algunas subunidades dístricas y ferrálicas, que son de baja fertilidad pues han perdido muchos de sus constituyentes que son fundamentales para el desarrollo de las plantas cultivadas, y en algunos casos la presencia de un nivel freático muy superficial y la presencia de sales también limitan o impiden ese desarrollo.

Las unidades de suelo presentes en el estado, por orden de dominancia, son: Regosol, Litosol, Cambisol, Acrisol, Luvisol, Feozem, Rendzina, Vertisol, Solonchak, Castañozem, Nitosol, Fluvisol y Gleysol.

El municipio de San Pedro Amuzgos presenta dos tipos de suelos, esto es el Regosol con el 85.41% y el 14.59% restante del territorio municipal se asienta sobre Phaeozem. En lo que respecta al municipio de San Juan Cacahuatepec presenta dos tipos de suelos, mayormente el Luvisol con 59.82% y el Regosol con el 39.86% restante.

**Tabla IV. 15.** Edafología presente en el Municipio de San Pedro Amuzgos.

Suelos dominantes	Porcentaje (%)
Regosol	85.41%
Phaeozem	14.59%
Total	100.00%

Fuente: INEGI, 2010.

**Tabla IV. 16.** Edafología presente en el Municipio de San Juan Cacahuatepec.

Suelos dominantes	Porcentaje (%)
Luvisol	59.82%
Regosol	39.86%
Zona Urbana	0.32%
Total	100.00%

Fuente: INEGI, 2010.

### Regosoles

Los regosoles (del griego *reghos*, manto) son suelos muy jóvenes, generalmente resultado del depósito reciente de roca y arena acarreadas por el agua; de ahí que se encuentren sobre todo al 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. Las variantes más comunes en el territorio, los regosoles éutricos y calcáricos, 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.

### Feozems

Los feozems (del griego *phaios*, oscuro y del ruso *zemlja*, suelo), por el contrario, son muy fértiles y aptos para el cultivo, si bien son sumamente proclives a la erosión. Con frecuencia son suelos profundos y ricos en materia orgánica. Se desarrollan sobre todo en climas templados y húmedos, por lo que se encuentran recubriendo el Eje Neovolcánico Transversal y porciones de la Sierra Madre Occidental.

### Luvisoles

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.

En el Sistema Ambiental Regional presenta distintas asociaciones de suelos, prevaleciendo la asociación con clave Bd+Lc/2, es decir cambisol dístico-luvisol crómico de textura media con 1,099.94 hectáreas, que representan un 63.33%, suelos localizados en el centro del Sistema en altitudes que van de los 400 msnm a los 840 msnm en un clima cálido subhúmedo, con vegetación de selva baja caducifolia y mediana subperennifolia en estado secundario arbustivo y con pastizales cultivados. En segundo sitio la asociación de suelo regosol dístico de textura gruesa (clave Rd/1/L) abarca 442.87 hectáreas equivalentes al 25.50% del SAR y localizadas en el extremo este en altitudes que oscilan entre los 380 msnm y los 500 msnm, suelos que presentan una dominancia de pastizales cultivados y en menor proporción selva baja caducifolia y selva mediana perennifolia. De menor representatividad la asociación Luvisol ortico-Litosol-Feozem haplico de textura media presentan una superficie de 193.97 hectáreas que representan un 11.17% y localizados en el suroeste, estos suelos se asentaron en altitudes de los 540 a los 860 msnm con clima cálido subhúmedo y con vegetación secundaria arbustiva de selva mediana perennifolia sobre ellos. Los tipos de suelo que se encuentran dentro del Sistema Ambiental se pueden verificar en la siguiente tabla e imagen:

**Tabla IV. 17.** Edafología presente en el Sistema Ambiental Regional.

CLAVE	Suelo 1	Subsuelo 1	Suelo 2	Subsuelo 2	Suelo 3	Subsuelo 3	Clase textura	Área (has)	Porcentaje (%)
Lo+Hh/2	Luvisol	ortico	Litosol	No aplica	Feozem	haplico	Media	193.97	11.17%
Bd+Lc/2	Cambisol	dístico	Luvisol	Cromico	Ninguno	Ninguno	Media	1099.94	63.33%
Rd/1/L	Regosol	dístico	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Gruesa	442.87	25.50%
<b>TOTAL</b>								1736.78	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 las 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. La secuencia miento de los grupos se hace de acuerdo con 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 suelos relativamente jóvenes con muy poco o ningún desarrollo de perfil, o arenas muy homogéneas: *Umbrisoles*, *Arenosoles*, *Cambisoles* y *Regosoles*.

**Tabla IV. 18.** 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:	Antrosoles
Suelos que contienen muchos artefactos:	Tecnosoles
3. Suelos con enraizamiento limitado debido a permafrost o rocosidad somera	
Suelos afectados por hielo:	Criosoles
Suelos someros o extremadamente gravillosos:	Leptosoles
4. Suelos influenciados por agua	
Condiciones alternadas de saturación-sequía, ricos en arcillas expandibles:	Vertisoles
Planicies de inundación, marismas costeras:	Fluvisoles
Suelos alcalinos:	Solonetz
Enriquecimiento en sales por evaporación:	Solonchaks
Suelos afectados por agua subterránea:	Gleysoles
5. Suelos regulados por la química de Fe/Al	
Alofano o complejos Al-humus:	Andosoles
Queluviación y quiluviación:	Podzoles
Acumulación de Fe bajo condiciones hidromórficas:	Plintosoles
Arcilla de baja actividad, fijación de P, fuertemente estructurado:	Nitisoles
Dominancia de caolinita y sesquióxidos:	Ferralsoles
6. Suelos con agua estancada	
Discontinuidad textural abrupta:	Planosoles

Discontinuidad estructural o moderadamente textural:	Stagnosoles
7. Acumulación de materia orgánica, alta saturación con bases	
Típicamente mólico:	Chernozems
Transición a clima más seco:	Kastanozems
Transición a clima más húmedo:	Phaeozems
8. Acumulación de sales menos solubles o sustancias no salinas	
Yeso:	Gipsisoles
Sílice:	Durisoles
Carbonato de calcio:	Calcisoles
9. Suelos con subsuelo enriquecido en arcilla	
Lenguas albelúvicas:	Albeluvisols
Baja saturación con bases, arcillas de alta actividad:	Alisoles
Baja saturación con bases, arcillas de baja actividad:	Acrisols
Alta saturación con bases, arcilla de alta actividad:	Luvisols
Alta saturación con bases, arcilla de baja actividad:	Lixisoles
10. Suelos relativamente jóvenes o suelos con poco o ningún desarrollo de perfil	
Con suelo superficial oscuro ácido:	Umbrisols
Suelos arenosos:	Arenosols
Suelos moderadamente desarrollados:	Cambisoles
Suelos sin desarrollo significativo de perfil:	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 Plágrado 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 integrados.
- **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 se refiere al trazo del proyecto, éste se asentó sobre distintas asociaciones de suelos, esto es, del km 0+000 al km 0+630 se presenta la asociación con clave **Lo+Hh/2**, es decir luvisol órtico-litosol (leptosol)-de textura media, a partir de este kilómetro y hasta el cadenamiento 7+135 se presenta la siguiente asociación: **Bd+Lc/2** (cambisol dístico-luvisol crómico). Finalmente a partir de este cadenamiento y hasta el final del trazo se presenta la siguiente asociación: **Rd/1/L** (regosol dístico).

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

### Lo+I+Hh/2

#### Grupo I Lo

##### Luvisol

Los Luvisoles (del latín *luere*, lavar) son suelos que se encuentran sobre una gran variedad de materiales no consolidados, tales como las terrazas aluviales o los depósitos glaciales, eólicos, aluviales y coluviales. Son muy comunes en climas templados y fríos o cálidos húmedos con estacionalidad de lluvia y sequía. Son comunes en bosques de coníferas y selvas caducifolias del sur del país. Se encuentran dentro de los suelos más fértiles, por lo que su uso agrícola es muy elevado y cubre, por lo general, la producción de granos pequeños, forrajes y caña de azúcar. Los Luvisoles se extienden por alrededor de 500 a 600 millones de hectáreas en el mundo (IUSS, 2007). En México, se encuentran en la Sierra Madre Occidental, Guerrero, Oaxaca, Campeche y la Península de Yucatán, entre otras regiones. Órtico Del griego *orthos*: recto, derecho. Suelos que no presentan características de otras subunidades existentes en ciertos tipos de suelo.

#### Grupo II (I)

##### Leptosol

Los Leptosoles (del griego *leptos*, delgado), 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.

En México, los Leptosoles son comunes en la Sierra Madre Oriental, la Occidental y la del Sur, las Penínsulas de Yucatán y Baja California y una vasta región del Desierto Chihuahuense. Particularmente, en la Península de Yucatán, los Leptosoles tienen una capa superficial rica en materia orgánica, pero también pueden presentar problemas de manejo agrícola por la escasa retención de humedad debido a lo somero del suelo y alta cantidad de afloramientos rocosos.

#### Grupo III (Hh)

##### Feozem

Los feozems (del griego *phaios*, oscuro y del ruso *zemlja*, suelo), por el contrario, son muy fértiles y aptos para el cultivo, si bien son sumamente proclives a la erosión. Con frecuencia son suelos profundos y ricos en materia orgánica. Se desarrollan sobre todo en climas templados y húmedos, por lo que se encuentran recubriendo el Eje Neovolcánico Transversal y porciones de la Sierra Madre Occidental.

**Feozem háplico (Hh).** Suelos con un horizonte A mólico, no 56 % muy duro cuando se seca, con grado de saturación de más de 50% y con relativamente alto nivel de contenido de carbono orgánico; tiene una proporción muy baja de bases, por lo que carece de horizontes cálcico (acumulación de carbonato de calcio) y gípsico (acumulación de yeso) y no es calcáreos; posee un grado de saturación del 50% como mínimo en los 125 cm superiores del perfil; asimismo, carece de propiedades sálicas y gleicas (alta saturación con agua) al menos en los 100 cm superficiales

**Clase textural media.** Son suelos que contienen menos de 35 a 40% de arcillas y menos de 50% de arena, tienen porosidad equilibrada que permiten buena aireación y drenaje, suelen denominarse suelos francos. Estos suelos son considerados los ideales para la producción agrícola por su capacidad productiva, disponibilidad de agua y nutrimentos, aunque a medida que se incrementa la proporción de limo aumenta la posibilidad de compactación en el suelo. Las texturas que conforman este grupo son franco limoso, franco, franco arcilloso arenoso, franco arcilloso limoso y franco arcilloso.

## Bd+Lc/2 Grupo I Bd

### Cambisoles

Los Cambisoles combinan suelos con formación de por lo menos un horizonte subsuperficial incipiente. La transformación del material parental es evidente por la formación de estructura y decoloración principalmente parduzca, incremento en el porcentaje de arcilla, y/o remoción de carbonatos. **Dístrico** Del griego *dys*: malo, enfermo. Suelos ácidos, ricos en nitrógeno, pero pobres en otros nutrientes importantes para las plantas como el calcio, magnesio y potasio

## Grupo II Lc

**Luvisol crómico.** Crómico Del griego *kromos*: color. Suelos de color pardo o rojizo, en algunas ocasiones amarillento. Son de fertilidad moderada y con alta capacidad para proporcionar nutrientes a las plantas.

**Clase textural media.** Son suelos que contienen menos de 35 a 40% de arcillas y menos de 50% de arena, tienen porosidad equilibrada que permiten buena aireación y drenaje, suelen denominarse suelos francos. Estos suelos son considerados los ideales para la producción agrícola por su capacidad productiva, disponibilidad de agua y nutrientes, aunque a medida que se incrementa la proporción de limo aumenta la posibilidad de compactación en el suelo. Las texturas que conforman este grupo son franco limoso, franco, franco arcilloso arenoso, franco arcilloso limoso y franco arcilloso.

## Rd/1/L

**Regosol dístrico.** Dístrico Del griego *dys*: malo, enfermo. Suelos ácidos, ricos en nitrógeno, pero pobres en otros nutrientes importantes para las plantas como el calcio, magnesio y potasio

**Clase textural gruesa.** La textura gruesa indica una elevada proporción de arena. Son aquellos suelos que contienen más de 50% de arena y con menos del 20% de arcillas, donde la arena, arena franca y franco arenoso son las texturas que conforman este grupo. Dentro de sus características se mencionan su baja capacidad para retener nutrientes y agua debido a que presentan poros grandes que facilitan la lixiviación de estos y la volatilización de nitrógeno nítrico, coincidiendo así con el estudio de Ibarra *et al.* (2008) que identificó como limitante en la productividad de suelos aquellos que tienen textura arenosa, que condicionan el crecimiento del volumen radical de las plantas, y limitada capacidad de intercambio catiónico.

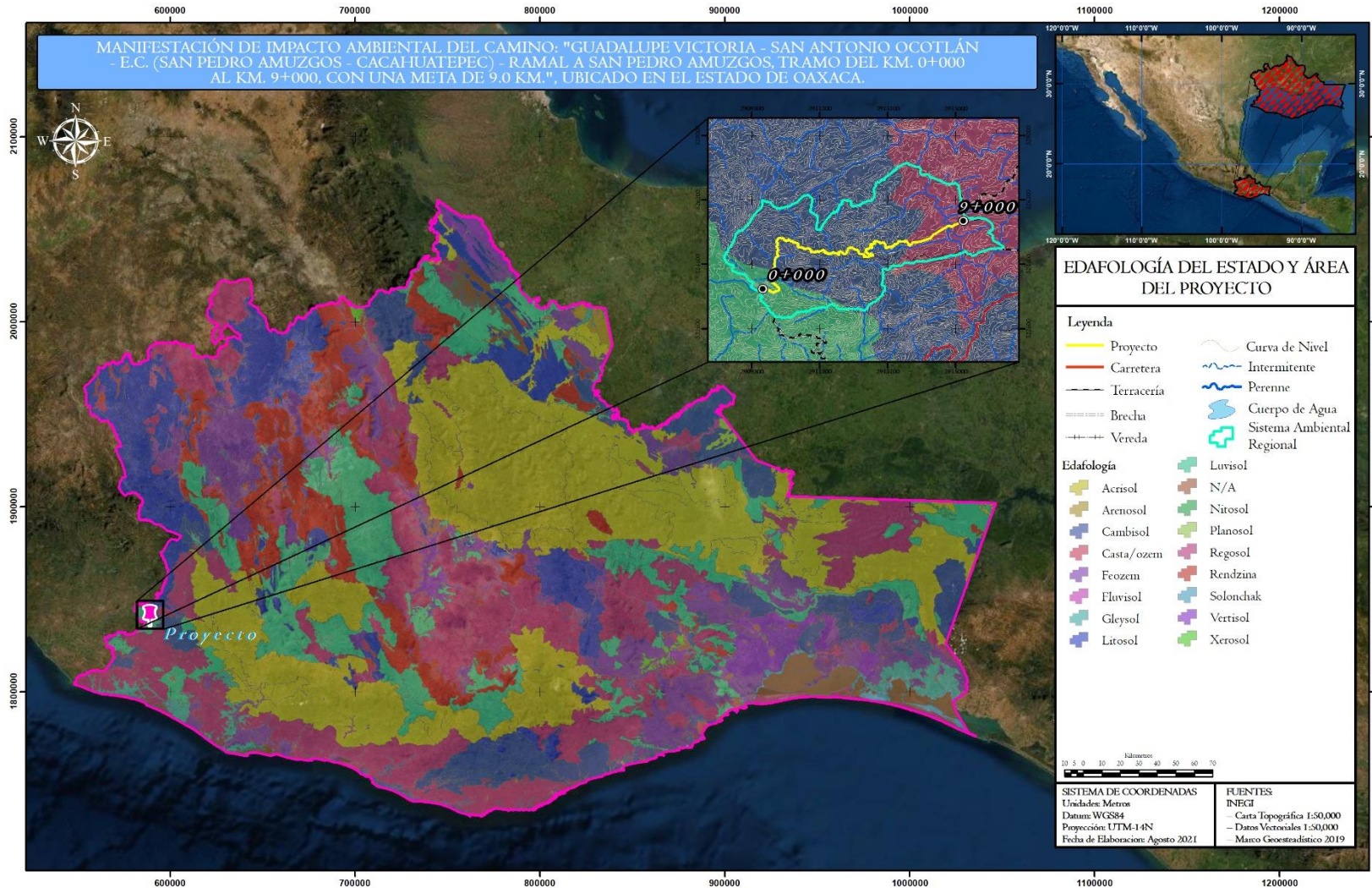
En las siguientes fotografías se pueden observar distintos cortes presentes a lo largo del trazo del camino, en ellos se aprecia el tipo de suelo que predomina, es decir Cambisoles, regosoles y luvisoles. Sobre estos suelos está creciendo la zona agropecuaria y rural en lo que antes se encontraban grandes extensiones de selvas bajas y medianas principalmente.

Imagen IV. 24. Fotografías de los suelos presentes en el proyecto.



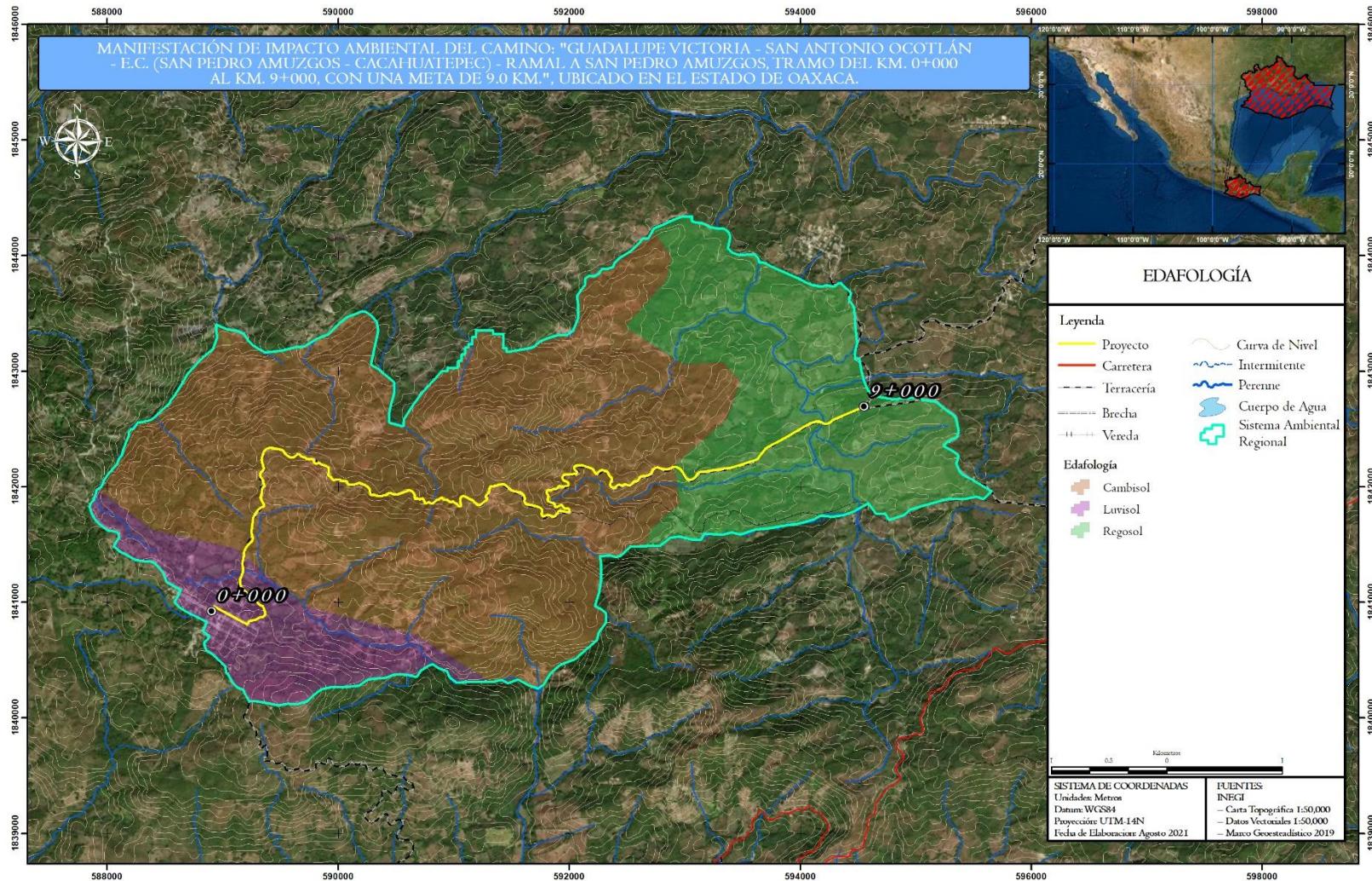
Fuente: SECIRA, 2021.

Imagen IV. 25. Edafología del Estado de Oaxaca.



Fuente: SECIRA, 2021.

Imagen IV. 26. Edafología del Sistema Ambiental Regional.



Fuente: SECIRA, 2021.

#### 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.

En el estado de **Oaxaca** se presentan serios contrastes en la disponibilidad regional y temporal del recurso agua, regiones como la Cañada y la Mixteca registran valores raquíuticos de precipitación, que no facilitan la acumulación de agua en grandes cantidades; en cambio, en las sierras Mazateca, Juárez, Madre del Sur y Atravesada, se reportan algunas de las láminas de lluvia más altas del país. El balance general del estado en relación con los volúmenes utilizados contra los escurrimientos y disponibilidad en los acuíferos es positivo; el problema radica en la distribución areal y temporal del recurso, ya que dentro del estado no se cuenta con la adecuada infraestructura para el almacenamiento estratégico y posterior distribución; la abrupta topografía del territorio oaxaqueño no facilita el almacenamiento natural del agua, sea éste en el subsuelo o superficialmente. Como ya se mencionó, en diversas porciones se registran precipitaciones altas que, con apropiada infraestructura y óptimos planes de aprovechamiento, podrían satisfacer las demandas futuras más urgentes de la entidad; otra de las necesidades apremiantes es conocer la disponibilidad real en los diferentes acuíferos y cuencas, la calidad del agua, así como saber cuando se requiere de un saneamiento de los sistemas; para realizar todo lo anterior, es necesario el desarrollo de adecuadas redes de medición volumétrica y de calidad de agua. Dentro del estado es apremiante conocer la evolución de los acuíferos de los Valles Centrales (Etla, Tlacolula y Zimatlán), ya que son la principal fuente de abastecimiento de agua de la mayor concentración poblacional dentro del estado de Oaxaca.

#### CUENCA RÍO PAPALOAPAN (A)

Es la cuenca de mayor superficie dentro del estado de Oaxaca (24.37%), limita al sur con la cuenca Río Atoyac (A) de la RH-20 y con la cuenca Río Tehuantepec (B) de la RH-22; al este con la cuenca Río Coatzacoalcos (B) de la RH-29; al oeste con la cuenca Río Atoyac (A) de la RH-18; mientras que al norte penetra a los estados de Puebla y Veracruz-Llave. Dentro de la entidad la cuenca incluye parte de las regiones Cañada, Sierra Norte, Papaloapan, Mixteca y Valles Centrales. En aproximadamente 90% del área predominan sierras con geformas de más de 1 000 m de altitud, las máximas elevaciones son del orden de 3 250 msnm, corresponden a las sierras Mazateca y Juárez, el resto de la cuenca corresponde a la subprovincia fisiográfica Llanura Costera Veracruzana, extensa planicie aluvial interrumpida sólo por lomeríos y pequeñas sierras calcáreas. En promedio la precipitación total anual alcanza 2 062 mm, que representan un volumen de 48 968 Mm<sup>3</sup>, de los cuales escurren 12 242 Mm<sup>3</sup>, es decir 25%. De acuerdo a la permeabilidad del terreno, densidad de la vegetación y precipitación, el porcentaje de agua de lluvia que escurre se presenta en los rangos siguientes (clasificación del INEGI presente en la cartografía 1:250 000 Aguas Superficiales): el porcentaje mayor que es de 30, se presenta en grandes extensiones de las sierras donde generalmente la permeabilidad del terreno es baja, la vegetación es densa y las lluvias además de ser frecuentes son las más intensas; el rango que Integra los coeficientes de escurrimiento de 20 a 30% se localiza en áreas diseminadas por toda la cuenca, los índices de permeabilidad y densidad de la vegetación son altos así como los registros de lluvia que varían entre 1 200 y 2 500 mm. Las áreas con coeficientes de escurrimiento de 10 a 20% se encuentran distribuidas ampliamente en toda la cuenca, presentan varios rangos de permeabilidad y densidad de vegetación, la precipitación total anual varía entre 600 y 4 500 mm. En la zona serrana existe una compleja red hidrográfica generalmente de tipo dendrítico o cárstico, en la llanura cambia radicalmente a tipo meándrico, las corrientes que sobresalen por su caudal son los ríos Tonto, Santo Domingo, Cajonos, Lalana y Puxmetacán.

El municipio de San Pedro Amuzgos pertenece a la Región hidrológica Costa Chica-Río Verde, a la Cuenca Río metepc o Grande, y a dos Subcuencas, Principalmente a la Subcuenca Río San Miguel en un 75.52% y en menor proporción a la Subcuenca Riito Nuevo o Cortijos con un 24.48%. Asimismo, el municipio presenta las siguientes corrientes de agua perennes: Atotonilco, Lucía, El Achote y Nejapa. En cuanto a las corrientes intermitentes se presentan las siguientes: La Miel, El Mapache, Piedra Parada y El Trapiche (esta corriente atraviesa el trazo del proyecto).

En cuanto al municipio de San Juan Cacahuatepec se localiza también en la Región hidrológica Costa Chica-Río Verde, Cuenca Río Ometepec o Grande y en las Subcuencas Subcuenca Riito Nuevo o Cortijos en un 59.88% y a la Subcuenca Río San Miguel con el 40.12% restante del territorio municipal. En cuanto a las corrientes de agua perennes se localizan las siguientes



dentro del SAR: Lucía, Santa Catarina, El Maíz, Chicapilla y Camarón, finalmente, las corrientes intermitentes dentro del municipio son las siguientes: Yerba Santa, Los Tres Ríos, Prieto, La Pastora, El Jícara, La Miel y Yerba Santa.

Asimismo, el Sistema Ambiental presenta 24 corrientes de agua, la mayoría de carácter intermitente, esto es 19 y solo 5 de condición perenne, destacando el cauce El Trapiche que atraviesa el trazo del proyecto en la parte oriente a la altura del Km 8+618, seguido del cauce perenne conocido como La Miel, mismo que delimita el Sistema Ambiental en su parte poniente, el Río La Pastora localizado en el centro sur y El Mapache, cauce que alimenta al cauce El Trapiche.

Asimismo, el trazo del proyecto atraviesa en diferentes ocasiones por distintos cauces que presentan actualmente un total de 1 obra de drenaje y un puente, la siguiente imagen muestra el número de obra de drenaje y el puente del Arroyo El Trapiche y su ubicación geográfica correspondiente:

**Tabla IV. 19.** Obras de drenaje existentes del proyecto.

Obra de drenaje existente	Universal Transversal de Mercator		Coordenadas Geográficas	
	X	Y	Longitud	Latitud
Obra de drenaje 01	591524	1841954	-98° 8' 30.206"	16° 39' 29.966"
Puente	594189	1842552	-98° 7' 0.178"	16° 39' 49.036"

Fuente: SECIRA, 2021.

En seguida se muestran las imágenes y fotografías durante la visita de campo de la obra de drenaje y el puente existentes a lo largo del trazo del proyecto:

Imagen IV. 27. Fotografías aéreas de la obra de drenaje y el puente existente en el trazo del proyecto.



Vista de la obra de drenaje 01.



Vista de la obra de drenaje 01.



Vista del puente existente



Vista del puente existente.

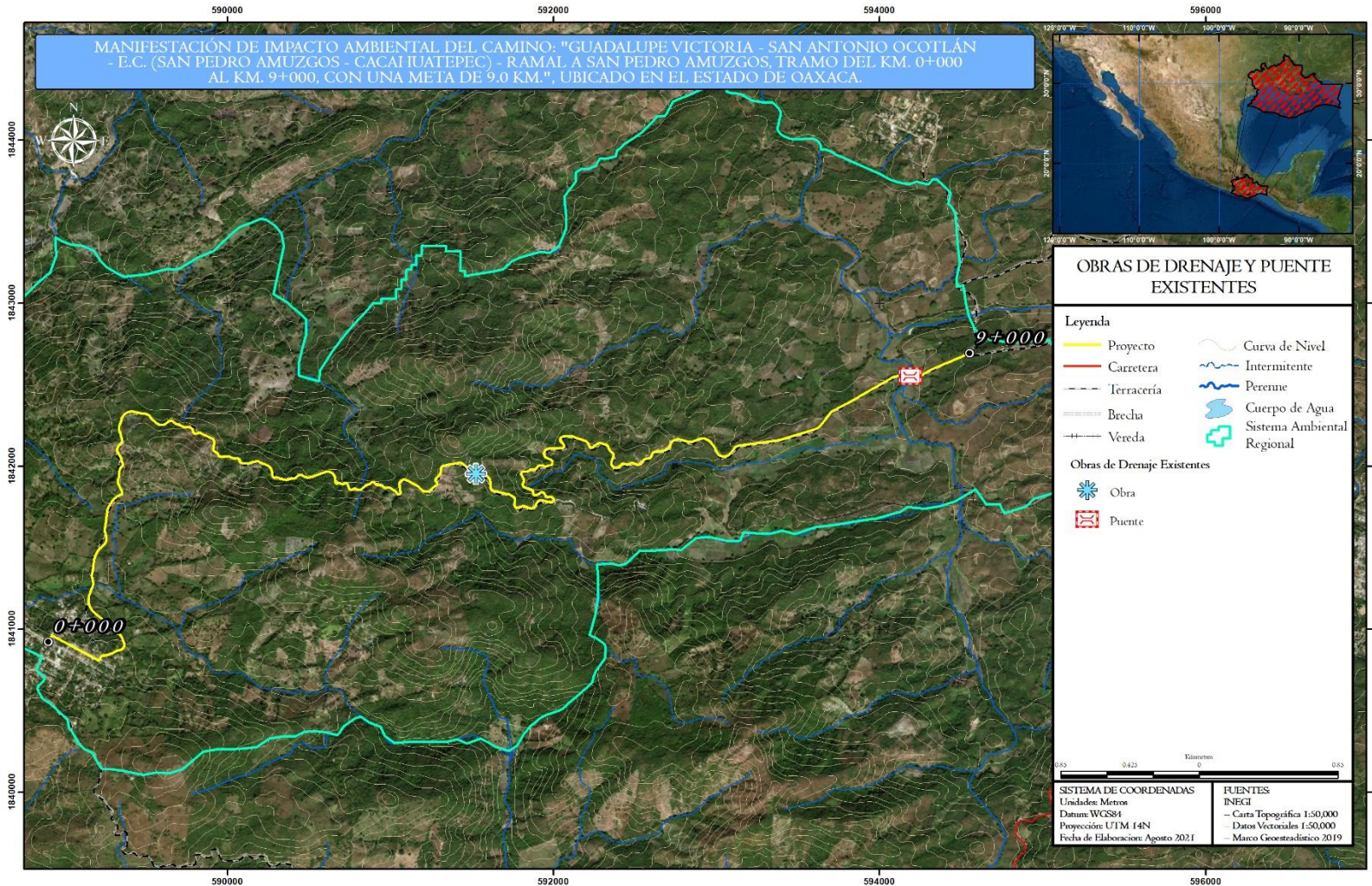


Vista de puente existente.



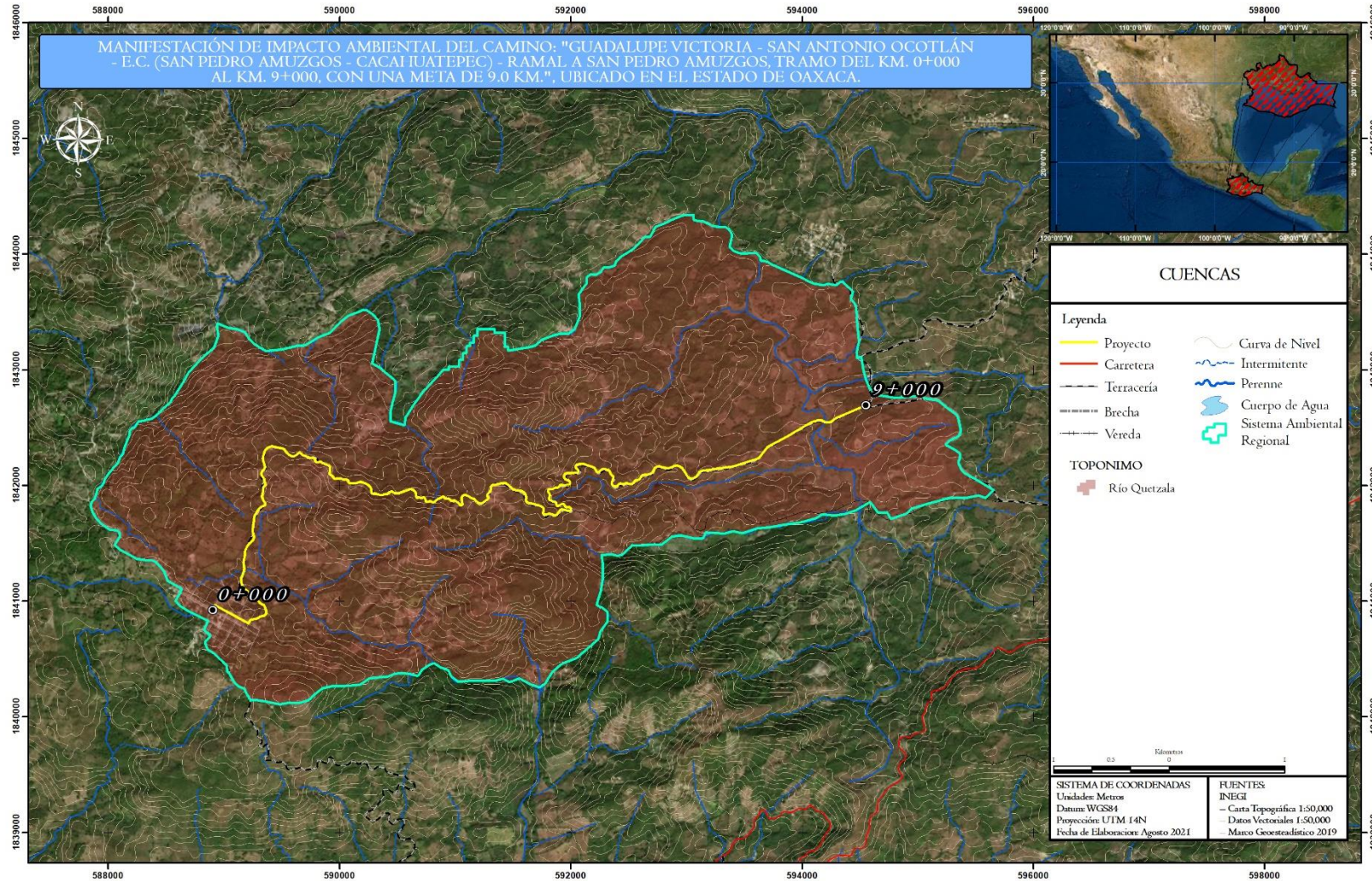
Vista del puente existente.

Imagen IV. 28. Obras de drenaje existentes en trazo del proyecto.



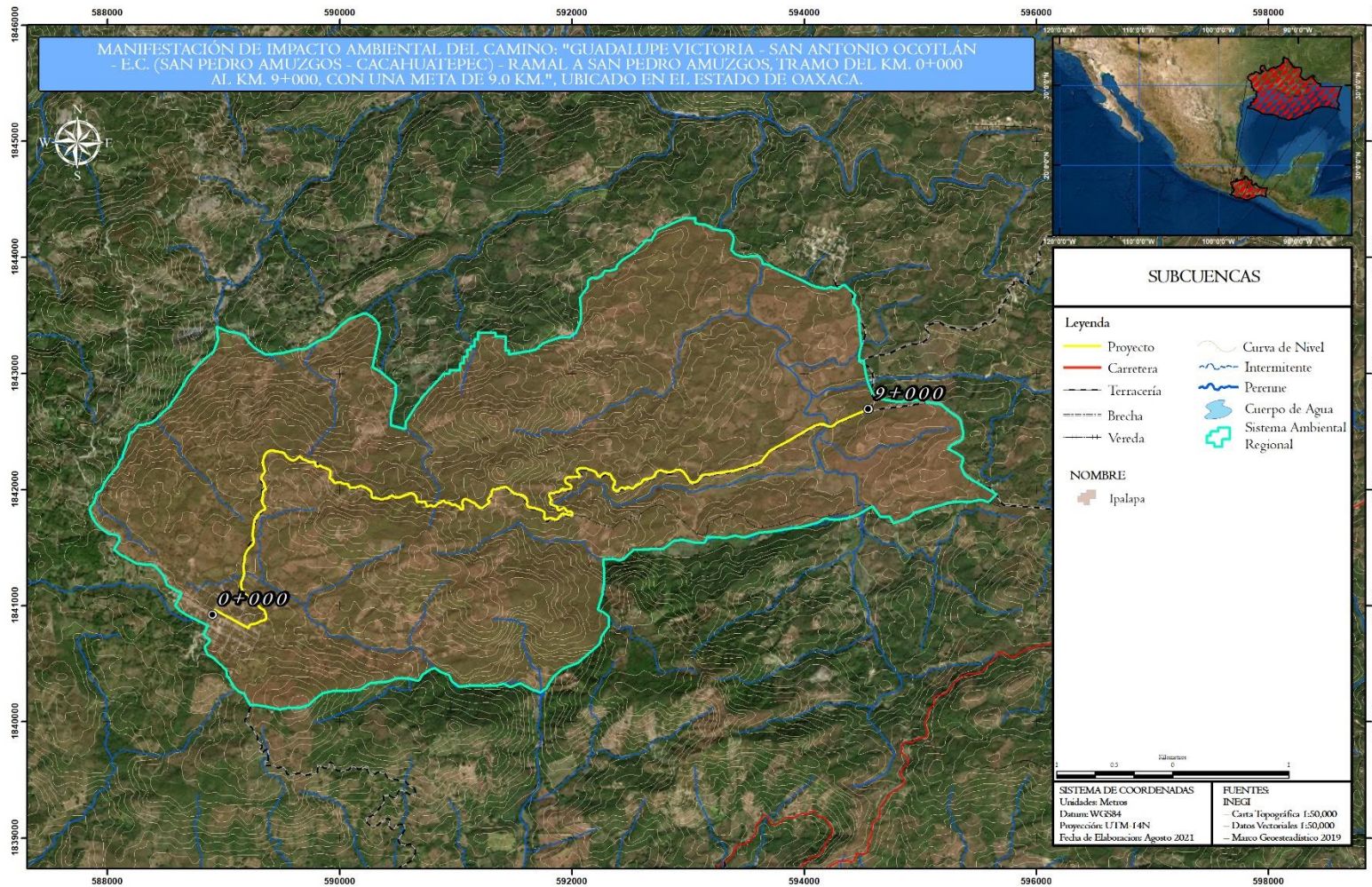
Fuente: SECIRA, 2021.

Imagen IV. 29. Cuencas Hidrológicas del Proyecto.



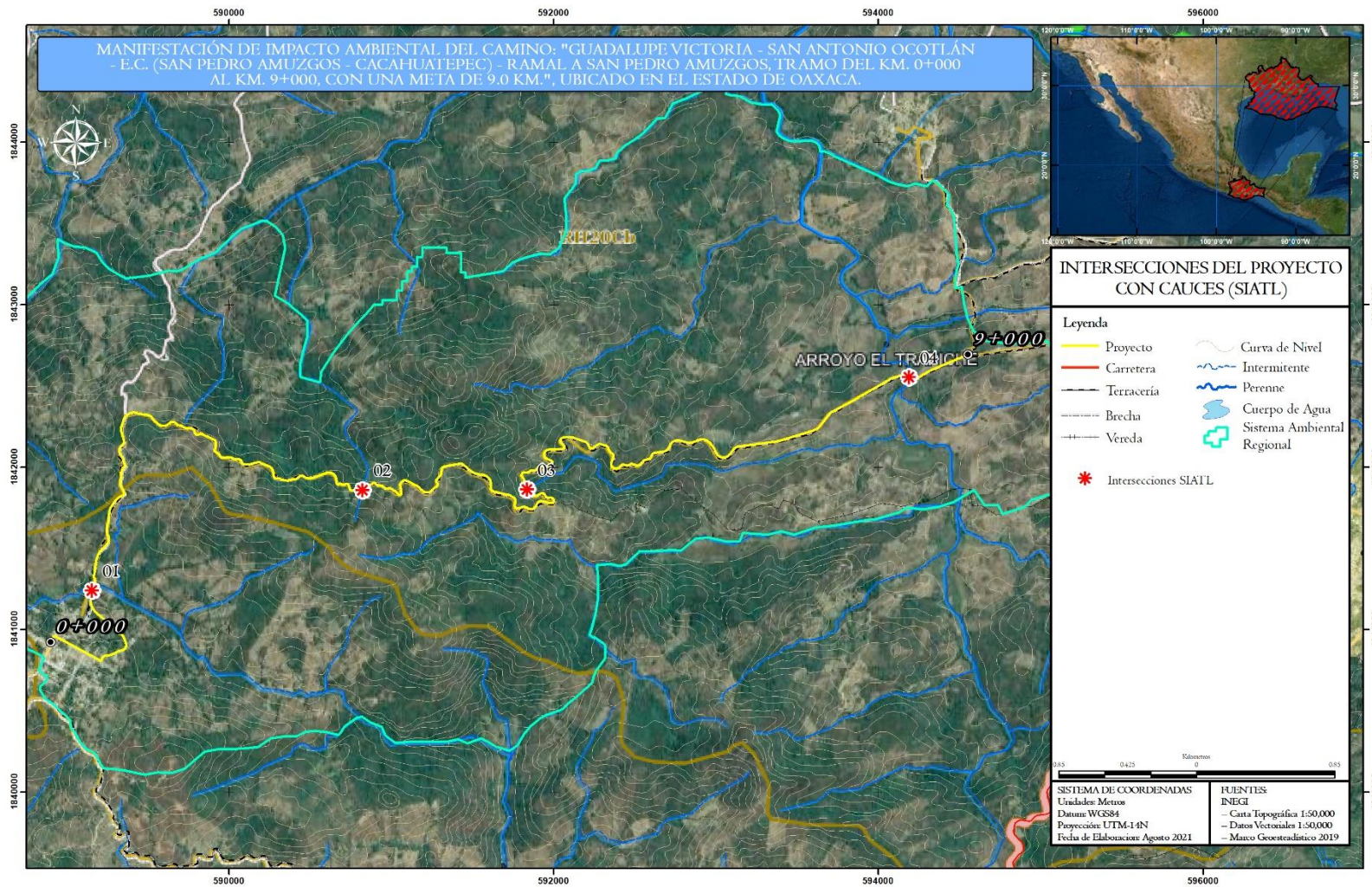
Fuente: SECIRA, 2021.

Imagen IV. 30. Subcuencas Hidrológicas del Proyecto



Fuente: SECIRA, 2021.

Imagen IV. 31. Simulador de flujos de agua de cuencas hidrográficas.



Fuente: SECIRA, 2021.

De acuerdo con el Simulador de flujos de agua de cuencas hidrográficas (SIATL) el trazo del proyecto interseca en 4 ocasiones con distintos cauces intermitentes y/o perennes, estos puntos de intersección se pueden observar en la siguiente tabla e imagen. Por ello se realiza un análisis en el SIATL para cada microcuenca.

**Tabla IV. 20.** Cauces intermitentes con que cruza el trazo del proyecto.

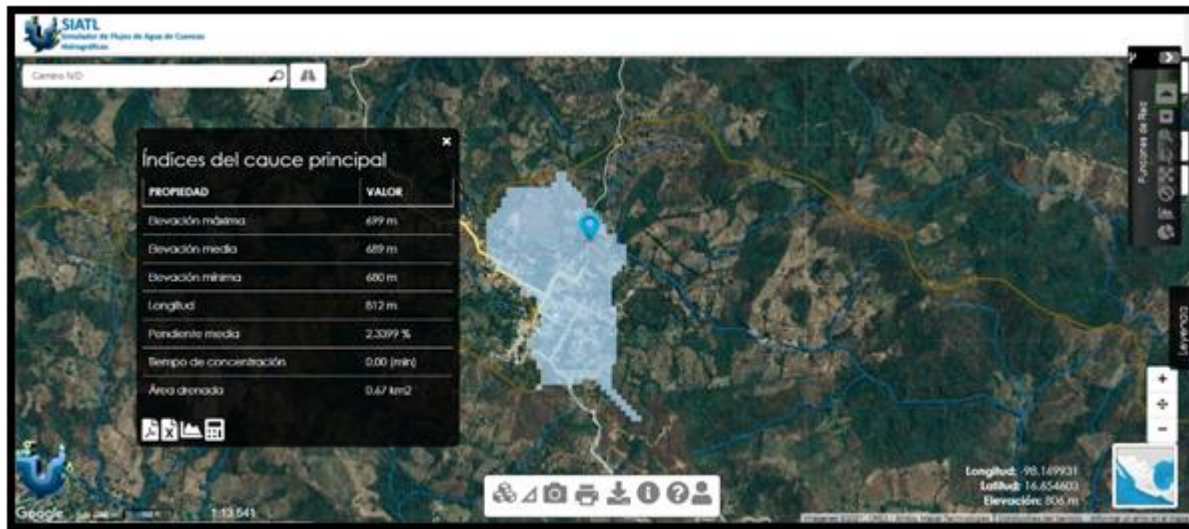
Intersección	Universal Transversal de Mercator		Coordenadas Geográficas	
	X	Y	Longitud	Latitud
01	589157	1841239	-98° 9' 50.218"	16° 39' 7.015"
02	590824	1841858	-98° 8' 53.862"	16° 39' 26.932"
03	591836	1841862	-98° 8' 19.699"	16° 39' 26.920"
04	594190	1842553	-98° 7' 0.152"	16° 39' 49.057"

Fuente: SECIRA, 2021.

### INTERSECCIÓN 01 A LA ALTURA DEL KM 0+455.

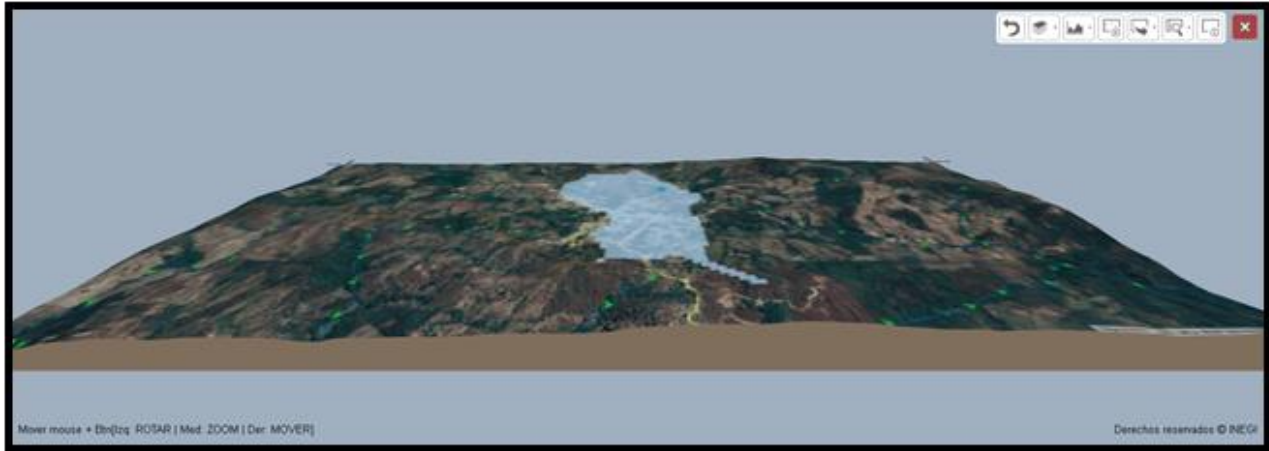
La carretera es transversal a un cauce intermitente a la altura de los km 0+455, dicho cauce se origina en la localidad de San Antonio Ocotlán. Esta corriente de agua corre de poniente a oriente hasta alimentar al Arroyo La Pastora 800 metros río abajo. Como se muestra en la imagen la cuenca en estos puntos de intersección tiene una superficie de 0.67 Km<sup>2</sup>.

**Imagen IV. 32.** Microcuenca para el cauce intermitente.



Fuente: Simulador de flujo de agua de cuencas hidrográficas SIATL

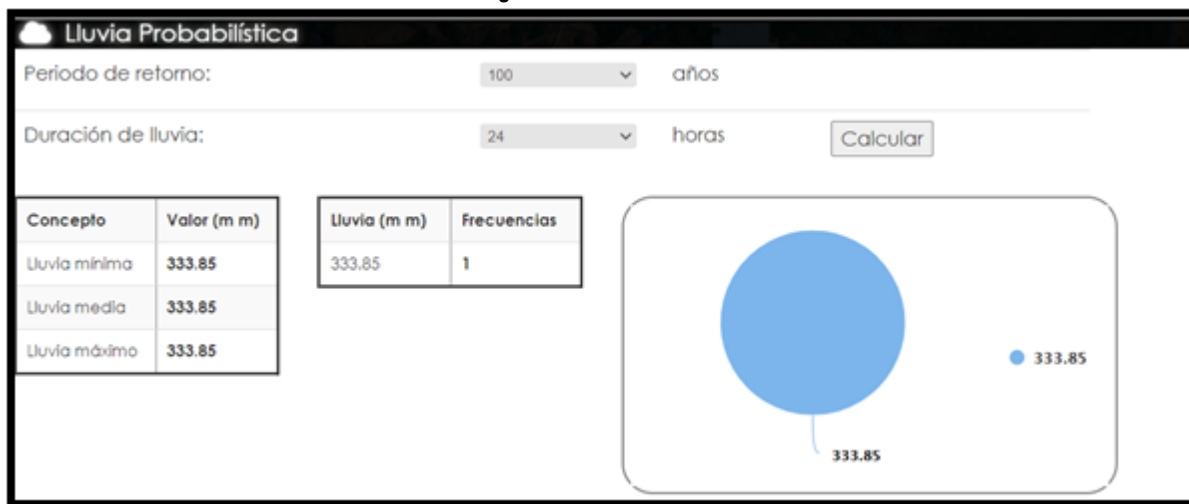
**Imagen IV. 33.** Modelado en tercera dimensión de la microcuenca para el cauce intermitente 01.



Fuente: Simulador de flujo de agua de cuencas hidrológicas 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 333.85 mm como se muestra en el gráfico.

**Imagen IV. 34.** Modelación de lluvia



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 812 metros de cauce:



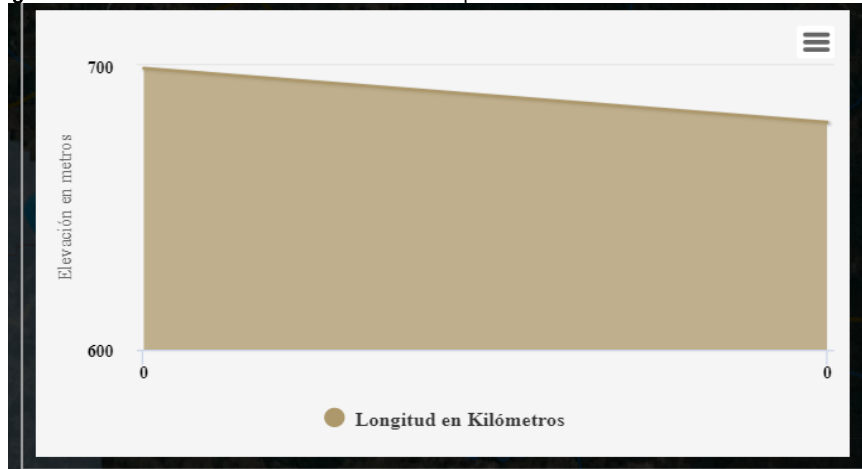
**Tabla IV. 21. Índices morfométricos**

ÍNDICE MORFOMÉTRICO	RESULTADO
Elevación Máxima	699 m
Elevación Media	689 m
Elevación Mínima	680 m
Longitud	812 m
Pendiente Media	2.3399 %
Tiempo de Concentración	0.00 (min)
Área Drenada	0.67 km <sup>2</sup>
Periodo de Retorno	100 años
Coefficiente de Escurrimiento	20 %
Lluvia	333.85 mm
Intensidad de Lluvia	----- mm/h
CAUDAL PICO	----- 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 812 metros de cauce el flujo del agua desciende desde una elevación de 699 msnm hasta los 680 metros con una intensidad desconocida debido a la superficie tan pequeña de la microcuenca no es posible calcular estos datos.

**Imagen IV. 35. Perfil de Elevaciones del Cauce para la microcuenca del cauce intermitente.**



Fuente: Simulador de flujo de agua de cuencas hidrológicas SIATL

**Imagen IV. 36.** Cruces del trazo con microcuenca del cauce intermitente

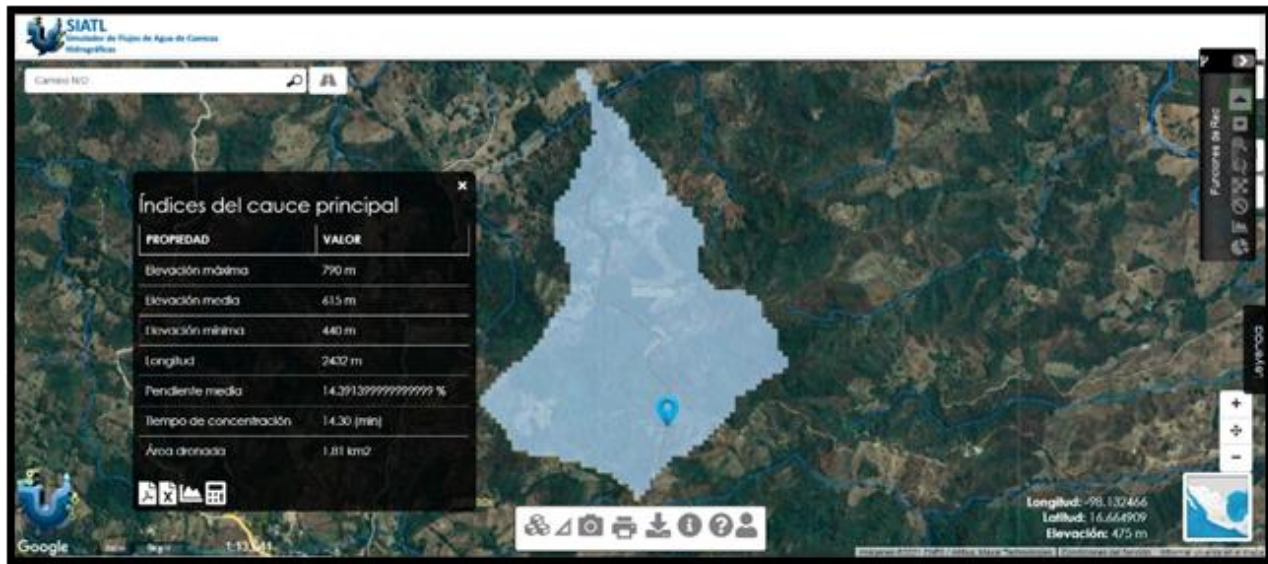


Fuente: SECIRA, 2021.

### INTERSECCIÓN 02 A LA ALTURA DEL KM 3+546.

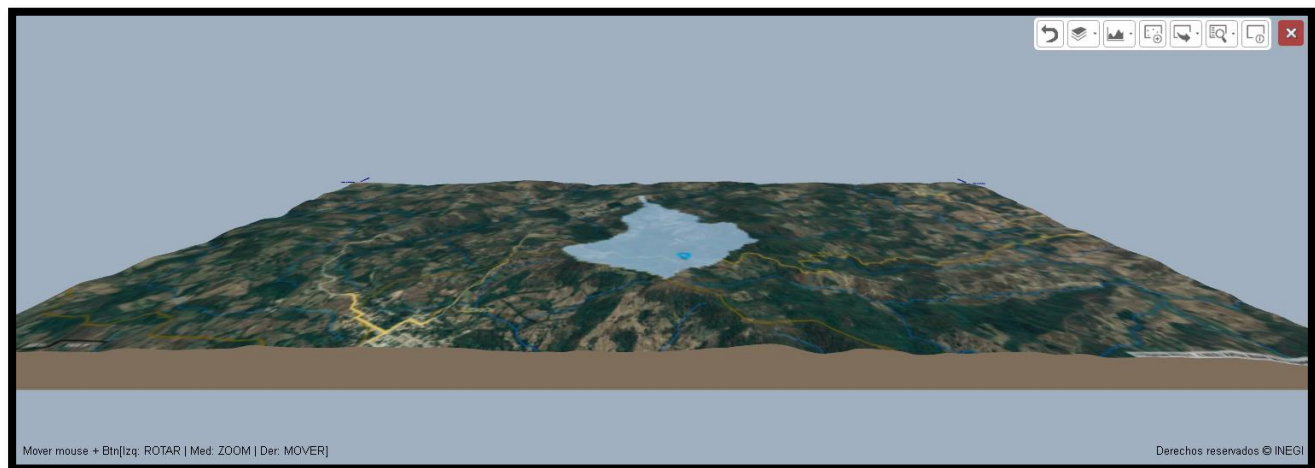
El trazo del proyecto interseca a un cauce de condición intermitente a la altura del km 3+546. Este cuerpo de agua corre de sur a norte hasta alimentar a otro cauce intermitente que a su vez alimenta al cauce perenne conocido con el nombre de La Mariscala aproximadamente 5 kilómetros río abajo . Como se muestra en la imagen la cuenca del cauce a esta altura de la intersección tiene una superficie de 1.81 Km<sup>2</sup>.

Imagen IV. 37. Microcuenca para el cauce intermitente 02.



Fuente: Simulador de flujo de agua de cuencas hidrológicas SIATL

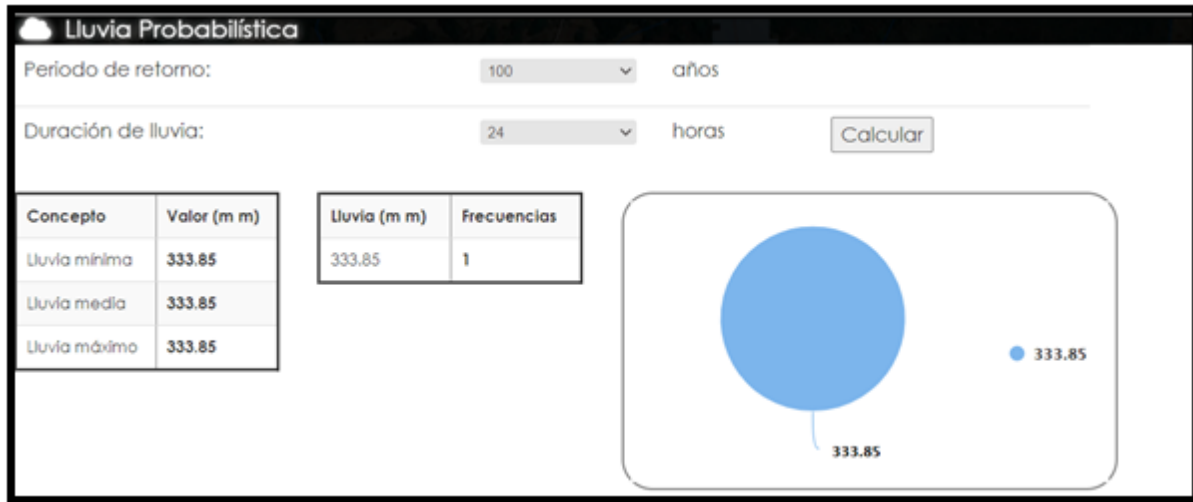
Imagen IV. 38. Modelado en tercera dimensión de la microcuenca para el cauce intermitente 02.



Fuente: Simulador de flujo de agua de cuencas hidrológicas 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 333.85 mm como se muestra en el gráfico.

Imagen IV. 39. Modelación de lluvia.



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 2.43 Km de cauce:

Tabla IV. 22. Índices morfométricos.

ÍNDICE MORFOMÉTRICO	RESULTADO
Elevación Máxima	790 m
Elevación Media	615 m
Elevación Mínima	440 m
Longitud	2432 m
Pendiente Media	14.391399 %
Tiempo de Concentración	14.30 (min)
Área Drenada	1.81 km <sup>2</sup>
Periodo de Retorno	100 años
Coefficiente de Escurrimiento	20 %
Lluvia	333.85 mm
Intensidad de Lluvia	1391.04 mm/h
<b>CAUDAL PICO</b>	<b>139.88 m<sup>3</sup>/s</b>

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 2,432 metros de cauce el flujo del agua desciende desde una elevación de 790 metros hasta los 440 metros teniendo un caudal máximo en la totalidad de la cuenca de 139.68 m<sup>3</sup>/seg, en un tiempo de concentración de 14.30 minutos, lo cual significa un moderado volumen de agua como gasto máximo extraordinario como resultado de las condiciones serranas y de gran precipitación en la zona lo cual contribuye a la conformación del volumen de escurrimiento superficial ya señalado.

**Imagen IV. 40.** Perfil de Elevaciones del Cauce.



Fuente: Simulador de flujo de agua de cuencas hidrológicas SIATL

**Imagen IV. 41.** Fotografía de la intersección del camino con el cauce intermitente 02



Fuente: SECIRA, 2021.

### INTERSECCIÓN 03 A LA ALTURA DEL KM 5+458.

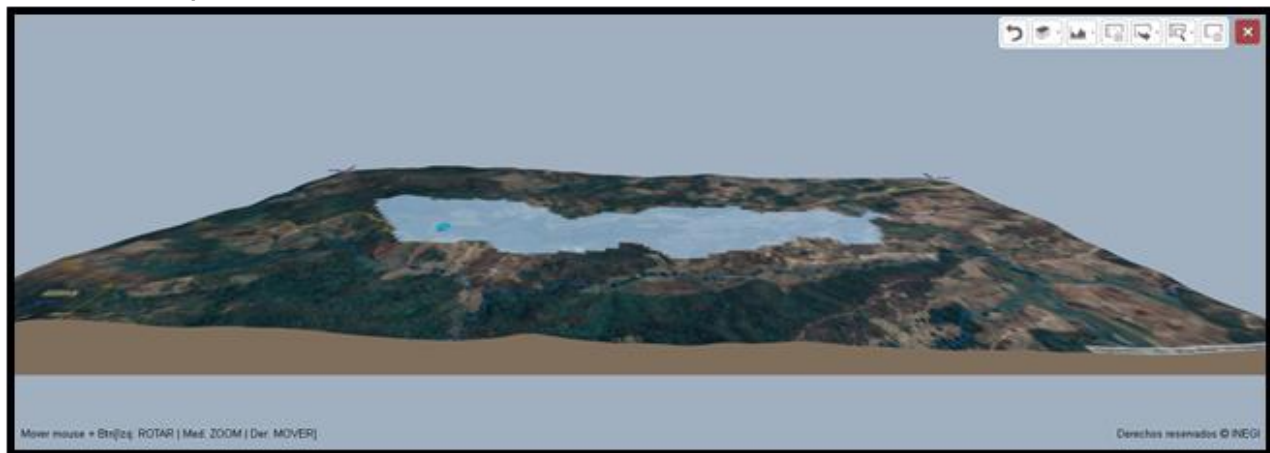
El trazo del proyecto interseca con una corriente intermitente en el km 5+458. Dicho cauce alimenta al Arroyo El Trapiche 2.68 kilómetros río abajo. Como se muestra en la imagen la microcuenca del cauce a esta altura de la intersección tiene una superficie de 1.25 Km<sup>2</sup>.

Imagen IV. 42. Microcuenca para el cauce intermitente 03.



Fuente: Simulador de flujo de agua de cuencas hidrológicas SIATL

Imagen IV. 43. Modelado en tercera dimensión de la microcuenca para el cauce intermitente 03.



Fuente: Simulador de flujo de agua de cuencas hidrológicas 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 333.85 mm como se muestra en el gráfico.

Imagen IV. 44. Modelación de lluvia.



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 2.68 Km de cauce:

Tabla IV. 23. Índices morfométricos.

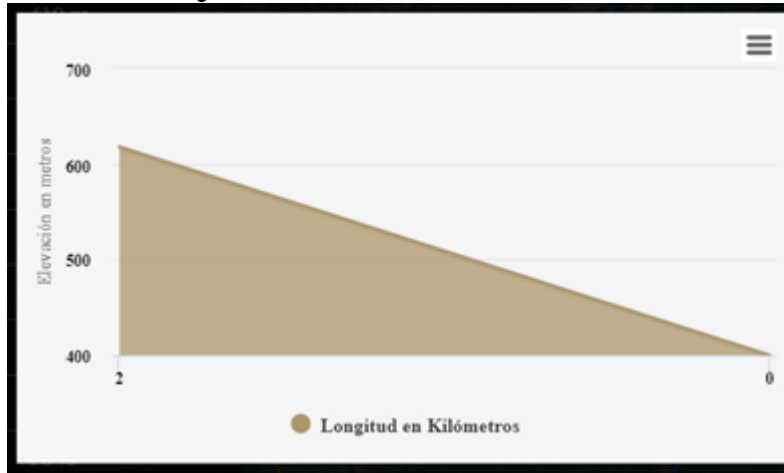
ÍNDICE MORFOMÉTRICO	RESULTADO
Elevación Máxima	618 m
Elevación Media	509 m
Elevación Mínima	400 m
Longitud	2678 m
Pendiente Media	8.1404 %
Tiempo de Concentración	17.81 (min)
Área Drenada	1.25 km <sup>2</sup>
Periodo de Retorno	100 años
Coefficiente de Escurrimiento	20 %
Lluvia	333.85 mm
Intensidad de Lluvia	1112.83 mm/h
<b>CAUDAL PICO</b>	<b>77.28 m<sup>3</sup>/s</b>

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 2,678 metros de cauce el flujo del agua desciende desde una elevación de 618 metros hasta los 400 metros teniendo un caudal máximo en la totalidad de la cuenca de 77.28 m<sup>3</sup>/ seg, en un tiempo de concentración de 17.81 minutos, lo cual significa un moderado volumen de agua como gasto máximo extraordinario como resultado de las condiciones serranas y de gran precipitación en la zona los cual contribuye a la conformación del volumen de escorrentía superficial ya señalado.



**Imagen IV. 45.** Perfil de Elevaciones del Cauce.



Fuente: Simulador de flujo de agua de cuencas hidrológicas SIATL

**Imagen IV. 46.** Cruce del trazo con microcuenca del cauce intermitente



Fuente: SECIRA, 2021

### ARROYO EL TRAPICHE (INTERSECCIÓN 04) EN EL KM 8+618.

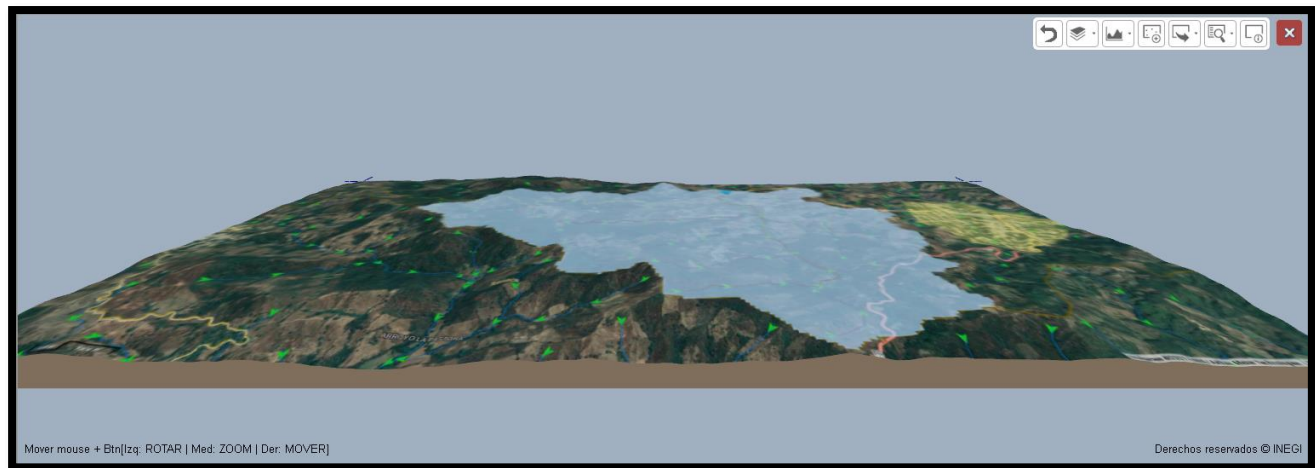
El trazo del proyecto interseca con el Arroyo El Trapiche a la altura del km 8+618. Dicho cauce perenne alimenta al Arroyo La Mariscal. Como se muestra en la imagen la cuenca del Arroyo a esta altura de la intersección tiene una superficie de 10.02 Km<sup>2</sup>.

Imagen IV. 47. Microcuenca para el cauce intermitente 03.



Fuente: Simulador de flujo de agua de cuencas hidrológicas SIATL

Imagen IV. 48. Modelado en tercera dimensión de la cuenca para el Arroyo El Trapiche.



Fuente: Simulador de flujo de agua de cuencas hidrológicas 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 321.91 mm como se muestra en el gráfico.

Imagen IV. 49. Modelación de lluvia.



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 a lo largo de sus 4.26 Km de cauce:

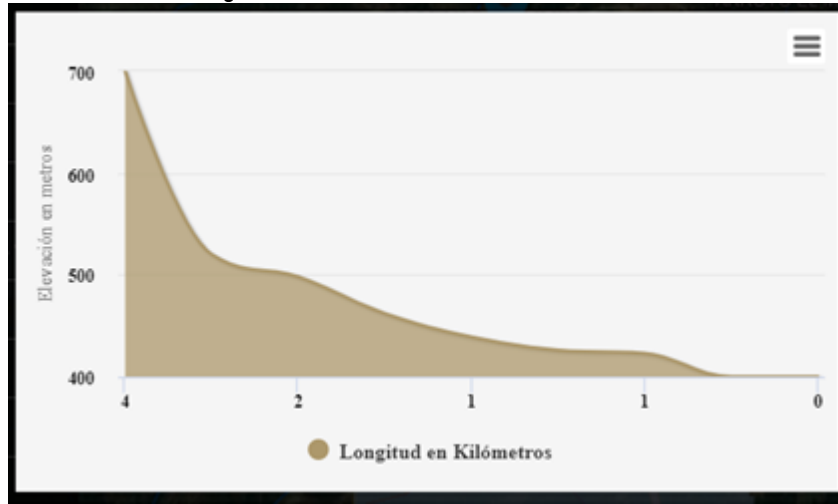
Tabla IV. 24. Índices morfométricos.

ÍNDICE MORFOMÉTRICO	RESULTADO
Elevación Máxima	700 m
Elevación Media	550 m
Elevación Mínima	400 m
Longitud	4264 m
Pendiente Media	7.0356 %
Tiempo de Concentración	32.13 (min)
Área Drenada	10.02 km <sup>2</sup>
Periodo de Retorno	100 años
Coefficiente de Escurrimiento	20 %
Lluvia	321.91 mm
Intensidad de Lluvia	596.13 mm/h
CAUDAL PICO	<b>331.85 m<sup>3</sup>/s</b>

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 4,264 metros de cauce el flujo del agua desciende desde una elevación de 700 metros hasta los 400 metros teniendo un caudal máximo en la totalidad de la cuenca de 331.65 m<sup>3</sup>/ seg, en un tiempo de concentración de 32.13 minutos, lo cual significa un importante volumen de agua como gasto máximo extraordinario como resultado de las condiciones serranas y de gran precipitación en la zona los cual contribuye a la conformación del volumen de escorrentía superficial ya señalado. Para este arroyo actualmente existe un puente el cual será modernizado.

Imagen IV. 50. Perfil de Elevaciones del Cauce.



Fuente: Simulador de flujo de agua de cuencas hidrológicas SIATL

Imagen IV. 51. Fotografías de Cauce del Arroyo El Trapiche





Fuente: SECIRA, 2021

### Hidrología subterránea.

El trazo del proyecto pertenece al acuífero Cuajinicuilapa (1235). 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.

La hidrología subterránea de esta zona está definida por las características de permeabilidad y porosidad de los materiales que forman las tres capas existentes que constituyen en sí, al acuífero.

El acuífero principal del valle, está constituido por materiales granulares de la planicie costera que presentan espesores del orden de 50 metros detectado mediante perforaciones y sondeos geofísicos.

Los materiales granulares que forman la planicie, presentan permeabilidad variable, de acuerdo a su granulometría, la cual puede considerarse como de media y alta.

Las sierras están constituidas por un complejo ígneo metamórfico, el cual se comporta como impermeable al flujo subterráneo, ocurriendo la recarga del acuífero entre el contacto de los materiales granulares con los afloramientos de las rocas ígneas que limitan el valle, por la infiltración de los cauces y la infiltración de la lluvia en el valle.

En diferentes pruebas de bombeo efectuadas en la zona de este acuífero, se obtuvieron los siguientes coeficientes de transmisividad.

La transmisividad obtenida en cuatro norias con un rango de profundidad de 5.5 a 15.0 m, con etapas de bombeo de 1 a 5 horas y con etapa de recuperación de 1 a 10 horas, se obtuvieron coeficientes que variaron desde 0.57 hasta 22.85 x 10<sup>-3</sup> m<sup>2</sup>/s.

La prueba de bombeo realizada en un pozo de 29.5 m de profundidad se obtuvo un valor de transmisividad de 5.07 x 10<sup>-3</sup> m<sup>2</sup>/s.

Para el cálculo de la disponibilidad de aguas subterráneas, se aplica el procedimiento de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015, Conservación del recurso agua-que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales; en su fracción relativa a las aguas subterráneas, menciona que la disponibilidad se determina por medio de la expresión siguiente:

$$\text{DISPONIBILIDAD MEDIA ANUAL DE AGUA DEL SUBSUELO EN UN ACUÍFERO} = \text{RECARGA TOTAL ANUAL} - \text{DESCARGA NATURAL COMPROMETIDA} - \text{EXTRACCIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS}$$

Donde:

DMA = Disponibilidad media anual de agua del subsuelo en un acuífero

R = Recarga total media anual

DNC = Descarga natural comprometida

VEAS = Volumen de extracción de aguas subterráneas

La disponibilidad de aguas subterráneas, constituye el volumen medio anual de agua subterránea disponible en un acuífero, al que tendrán derecho de explotar, usar o aprovechar los usuarios, adicional a la extracción ya concesionada y a la descarga natural comprometida, sin poner en peligro a los ecosistemas.

Conforme a la metodología indicada en la norma referida anteriormente, se obtiene de restar al volumen de recarga total media anual, el valor de la descarga natural comprometida y el volumen de extracción de aguas subterráneas.

$$\begin{aligned} \text{DMA} &= \text{R} - \text{DNC} - \text{VEAS} \\ \text{DMA} &= 180.0 - 30.0 - 37.939440 \\ \text{DMA} &= 112.060560 \text{ hm}^3/\text{año.} \end{aligned}$$

La cifra indica que existe volumen disponible de **112,060,560 m<sup>3</sup> anuales** para nuevas concesiones en la unidad hidrogeológica denominada acuífero de Cuajinicuilapa en el Estado de Guerrero.

#### IV.2.2.1.5. AIRE

La contaminación atmosférica es el riesgo ambiental que más impacta a la salud de la población en el mundo, de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS). Tan sólo en 2015, el deterioro de la calidad del aire estuvo relacionado con 6.5 millones de muertes en el mundo y con al menos 19 087 muertes en México, donde el costo estimado de estos eventos fue de 396 639 millones de pesos (MXN). En el estado de Oaxaca, la evaluación de impactos en salud realizada para el ProAire 2019-2028 estima que reducir las concentraciones de partículas en la ZMCO cumpliendo los lineamientos de la Organización Mundial de la Salud podría evitar hasta 224 muertes prematuras atribuibles a la contaminación del aire. Mientras que, con los estándares actuales de las NOM, solo se logran evitar 29 muertes prematuras.

En el estado de Oaxaca, como en otras zonas del país, la contaminación del aire es ocasionada por una amplia diversidad de fuentes de emisión, clasificadas convencionalmente como móviles (sobre todo, vehículos particulares), fijas (establecimientos industriales), de área (comercios y servicios) y naturales (biogénicas). Los recursos naturales de Oaxaca influyen en la calidad atmosférica y se ven afectados por los contaminantes que las actividades económicas emiten al ambiente.

El inventario de emisiones de contaminantes a la atmósfera es uno de los elementos base para la gestión de la calidad del aire, a través de éstos se conoce el tipo y cantidad de contaminantes que son emitidos al aire por los diferentes sectores o categorías.

Los inventarios de emisiones están constituidos por las siguientes fuentes:

- **Fuentes fijas**, que están integradas por el sector industrial. El análisis de esta fuente lo integran establecimientos de jurisdicción federal y de giro estatal, todas en materia de atmósfera.
- **Fuentes móviles**, relacionadas con los vehículos automotores. Las categorías de emisión estimadas en el inventario para móviles carreteras son: motocicletas, automóvil, camioneta, pick up, veh <3 ton, veh >3 ton, autobús y tractocamión. Móviles no carreteras: aviación y servicios auxiliares, embarcaciones marinas, locomotoras, maquinaria agrícola y maquinaria de la construcción.
- **Fuentes de área**, para este inventario se estimaron emisiones de 30 categorías, algunas de ellas son: cocción de alimentos en casa habitación, uso de solventes, actividades ganaderas, agrícolas, incendios forestales, entre otras.
- **Fuentes naturales**, relacionadas con las emisiones biogénicas, provenientes del proceso de la fotosíntesis de las plantas, y aquellas emisiones que no dependen de la actividad del hombre, así como las emisiones erosivas.

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.

Con 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.

**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
<b>OZONO</b>	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
<b>MONÓXIDO DE CARBONO</b>	11 ppm Promedio móvil de 8 hrs.	1 vez al año
<b>PARTÍCULAS SUSPENDIDAS TOTALES</b>	210 µg/m <sup>3</sup> Percentil 98 promedios de 24 hrs.	75 µg/m <sup>3</sup> Media aritmética anual
<b>PARTÍCULAS SUSPENDIDAS DE FRACCIÓN RESPIRABLE PM-10</b>	75 µg/m <sup>3</sup> Promedio de 24 hrs.	40 µg/m <sup>3</sup> Media aritmética anual
<b>PARTÍCULAS SUSPENDIDAS DE FRACCIÓN RESPIRABLE PM2.5</b>	45 µg/m <sup>3</sup> Percentil 98 promedios de 24 hrs.	12 µg/m <sup>3</sup> Media aritmética anual
<b>BIÓXIDO DE AZUFRE</b>	0.11 ppm Promedio de 24 hrs. 1 vez al año	0.025 ppm Media aritmética anual
<b>BIÓXIDO DE NITRÓGENO</b>	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"



De acuerdo con el inventario de emisiones a la atmósfera realizado para el año 2016, la principal fuente de emisión en la Zona Metropolitana de la Ciudad de Oaxaca (ZMCO) son las fuentes móviles, mientras que en el municipio de Salina Cruz, son las fijas: las industrias federales del petróleo y petroquímica, con un alto aporte de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) y partículas menores a 10 y 2.5 micrómetros (PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>). Por otra parte, en el municipio de San Juan Bautista Tuxtepec, las fuentes fijas de jurisdicción local (ingenios azucareros pertenecientes a la industria de alimentos y bebidas) tienen una contribución importante de PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>.

Los resultados obtenidos durante este estudio señalan que en el estado de Oaxaca se generan anualmente 53,468 toneladas de PM<sub>10</sub>, 44 950 de PM<sub>2.5</sub>, 102 726 de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), 401 965 de monóxido de carbono (CO), 162,369 de óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), 2 322 185 de compuestos orgánicos volátiles (COV) y 65 149 de amoníaco (NH<sub>3</sub>).

Debido al aumento en el número de fuentes por actividad antropogénica en el estado, resultado del acelerado crecimiento poblacional de Oaxaca, el Instituto Estatal de Ecología y Desarrollo Sustentable de Oaxaca (IEEDS), decidió elaborar en 2014 el Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire (ProAire) de la ZMCO. La intención de éste era controlar y reducir los niveles de emisiones contaminantes del aire mediante desarrollo e implementación de medidas y acciones que van desde la regulación de una fuente emisora hasta la participación ciudadana a partir de concientización en materia de calidad del aire.

Cabe señalar que, en el estado de Oaxaca, sólo la ZMCO cuenta con monitoreo (cuya primera estación fija de monitoreo atmosférico opera desde abril de 2013), es decir el municipio y la zona del SAR no cuenta con registros en la Calidad del Aire. Sin embargo, se puede concluir que para la zona del proyecto se tiene una calidad del aire buena-regular. Lo cual obedece a que dentro de la zona no se presenta tráfico importante o de consideración de vehículos automotores con emisión de gases en ocasiones eventuales. Sin embargo, en estos lugares se presenta quema de basura y zonas de quema de vegetación, que contaminan la calidad del aire, liberando grandes cantidades de Bióxido de Carbono. Empero, dadas las condiciones regulares en las zonas altas del SAR, con vegetación de selva mediana subcaducifolia y selva baja caducifolia que prevalece a pesar de las condiciones adversas, se reduce el efecto provocado por estas prácticas que se presentan en estos lugares. 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, en las vías de comunicación y en las zonas agropecuarias en las que las prácticas de quema de vegetación son un factor común, principalmente en las partes bajas.

## 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 con la distribución y vocación forestal del 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 7 sitios de muestreo realizados para el proyecto esto debido a que son los que cuentan con vocación natural dentro del SAR, los cuales corresponden a:

-  Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Mediana Subcaducifolia
-  Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia

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

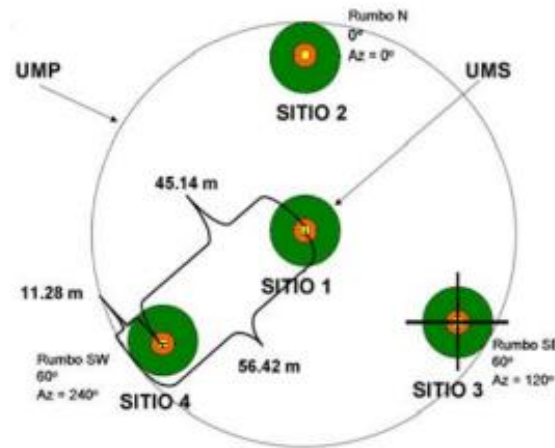
**Tabla IV. 27.** Coordenadas de los sitios de muestreo del proyecto

SITIOS DE MUESTREO DENTRO DEL SAR				
ID	COORDENADAS UTM		COORDENADAS GEOGRÁFICAS	
	ESTE	NORTE	LONGITUD	LATITUD
1	593546	1843163	-98° 7' 21.788"	16° 40' 9.012"
2	591854	1841929	-98° 8' 19.087"	16° 39' 29.098"
3	591693	1840972	-98° 8' 24.660"	16° 38' 57.980"
4	589451	1842211	-98° 9' 40.164"	16° 39' 38.606"
5	592623	1843409	-98° 7' 52.911"	16° 40' 17.148"
6	590809	1841910	-98° 8' 54.365"	16° 39' 28.625"
7	588863	1842624	-98° 9' 59.955"	16° 39' 52.126"

Fuente: SECIRA, 2021.

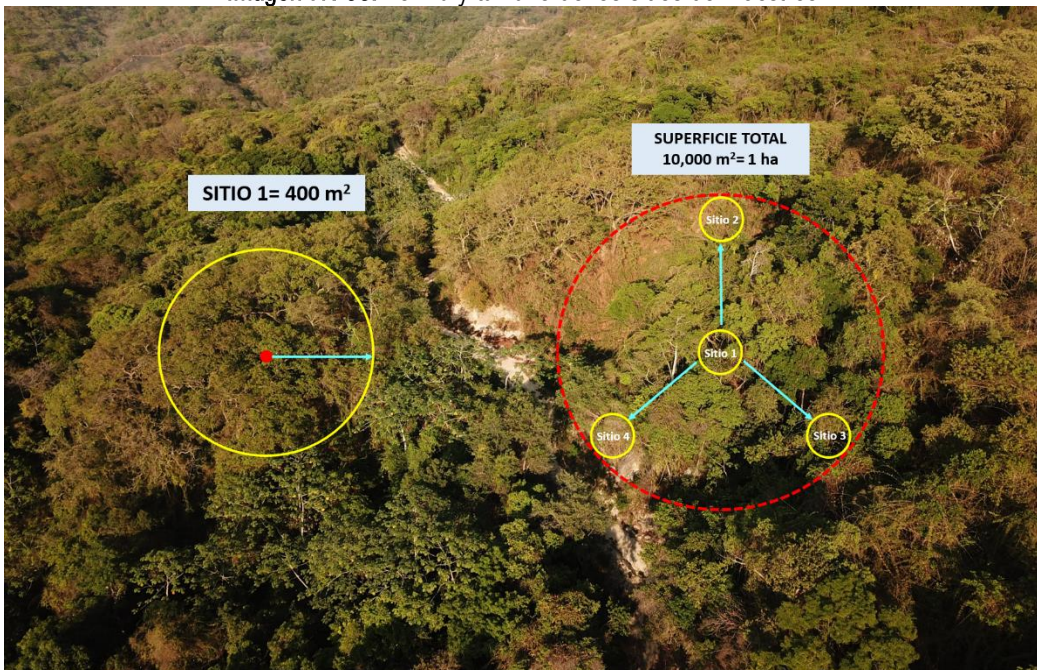
Se ubicaron los sitios de muestreo, en el Sistema Ambiental Regional y Área de Influencia. Se tomó la metodología de la CONAFOR con algunas adaptaciones en el cual se emplea un muestreo estratificado sistemático por conglomerados; se ubicaron 7 sitios de muestreo por el método antes señalado, cada sitio represento una parcela circular de una hectárea (56.42 m de radio) para un total de 7 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. 52. Forma y tamaño de los sitios de muestreo.



Fuente: SECIRA, 2021.

Imagen IV. 53. Forma y tamaño de los sitios de muestreo.



Fuente: SECIRA, 2021.

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. 54.** Muestreo realizado para el proyecto.



Fuente: SECIRA, 2021.

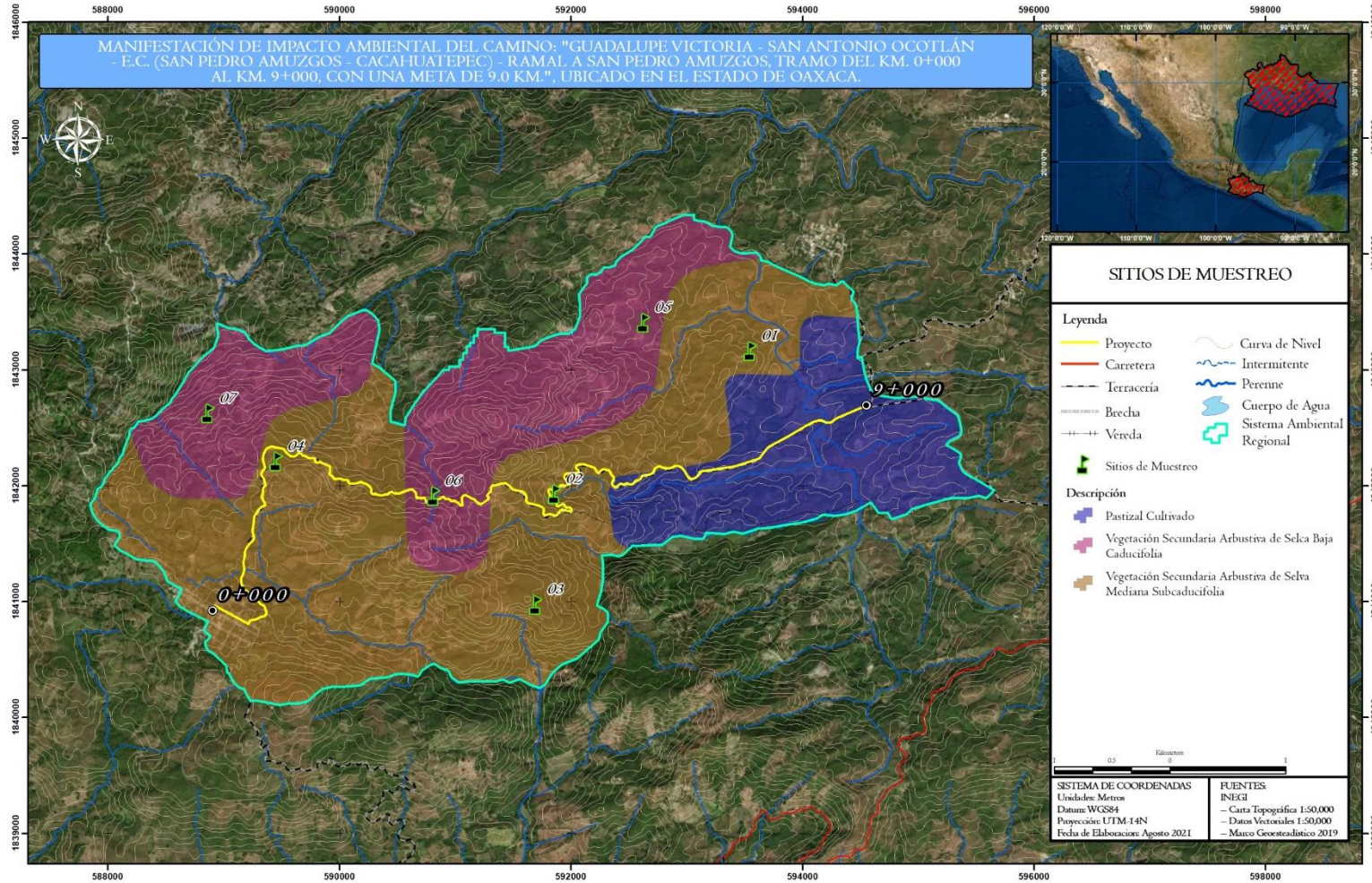
Es importante señalar, que, para complementar el trabajo de campo, se realizaron vuelos con un Dron, con la finalidad de apreciar y tener una idea actualizada del uso de suelo y vegetación, presentes en el SAR y el predio del proyecto.

**Imagen IV. 55.** Utilización del Dron en prospección de campo.



Fuente: SECIRA, 2021.




Imagen IV. 56. Sitios de Muestreo del proyecto



Fuente: SECIRA, 2021.

## 1. 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; con 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:

-  Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Mediana Subcaducifolia.
-  Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia.
-  Pastizal Cultivado

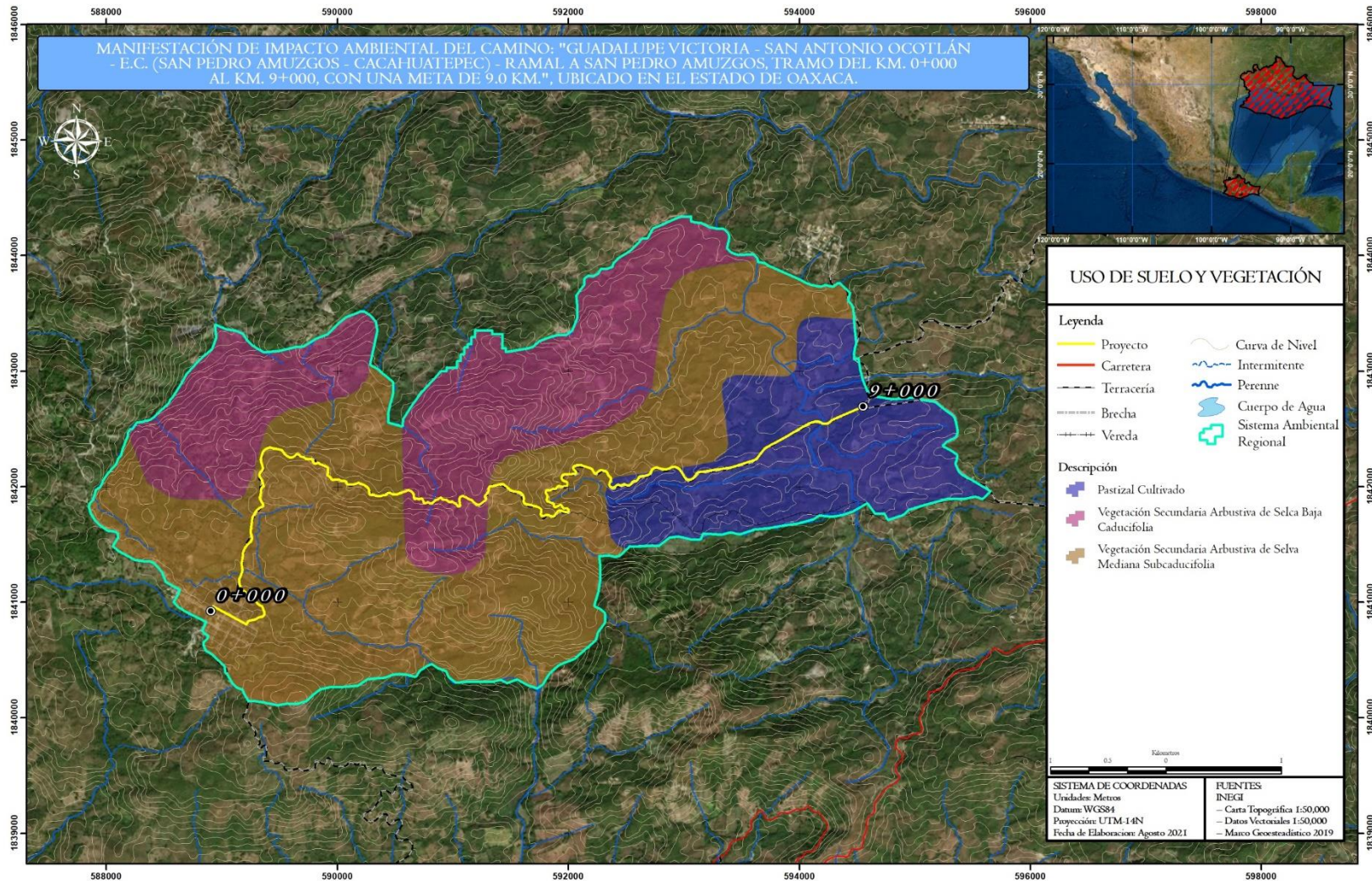
El uso de suelo y vegetación con vocación forestal mayormente representada dentro del Sistema Ambiental Regional del proyecto es Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Mediana Subcaducifolia con 918.04 Ha. que representa el 52.86 % del total del SAR, en segunda instancia Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia con 498.94 Ha. que representa el 28.73% del total del SAR. Lo anterior afirmado se puede corroborar en la siguiente tabla

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

Sistema Ambiental Regional= 1672.98 Hectáreas			
CVE_UNION	DESCRIPCIÓN	AREA_HA	PORCENTAJE %
VSa/SMS	Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Mediana Subcaducifolia	918.04	52.86
VSa/SBC	Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia	498.94	28.73
PC	Pastizal Cultivado	319.80	18.41
		<b>1736.78</b>	100.00

Fuente: SECIRA, 2021.

Imagen IV. 57. Uso de suelo y Vegetación del SAR, carta INEGI serie VI de uso de suelo y Vegetación



Fuente: SECIRA, 2021.



A continuación, se realiza una descripción del tipo de uso de suelo y vegetación con el que cuenta el área del proyecto y el Sistema Ambiental Regional.

#### **Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Mediana Subcaducifolia.**

Esta vegetación tiene especies que pueden medir entre 25 y 30 m. La densidad de árboles y su cobertura es mucho menor que la de las selvas altas perennifolias y subperennifolias, y ocupa territorios menos húmedos –entre 1,000 y 1,200 mm anuales de lluvia. En la temporada de lluvias la cobertura puede ser lo suficientemente densa para disminuir la incidencia de luz solar en el suelo, lo que evita el crecimiento de especies herbáceas en el sotobosque. Esta vegetación crece en altitudes entre los 150 y 1,250 msnm.

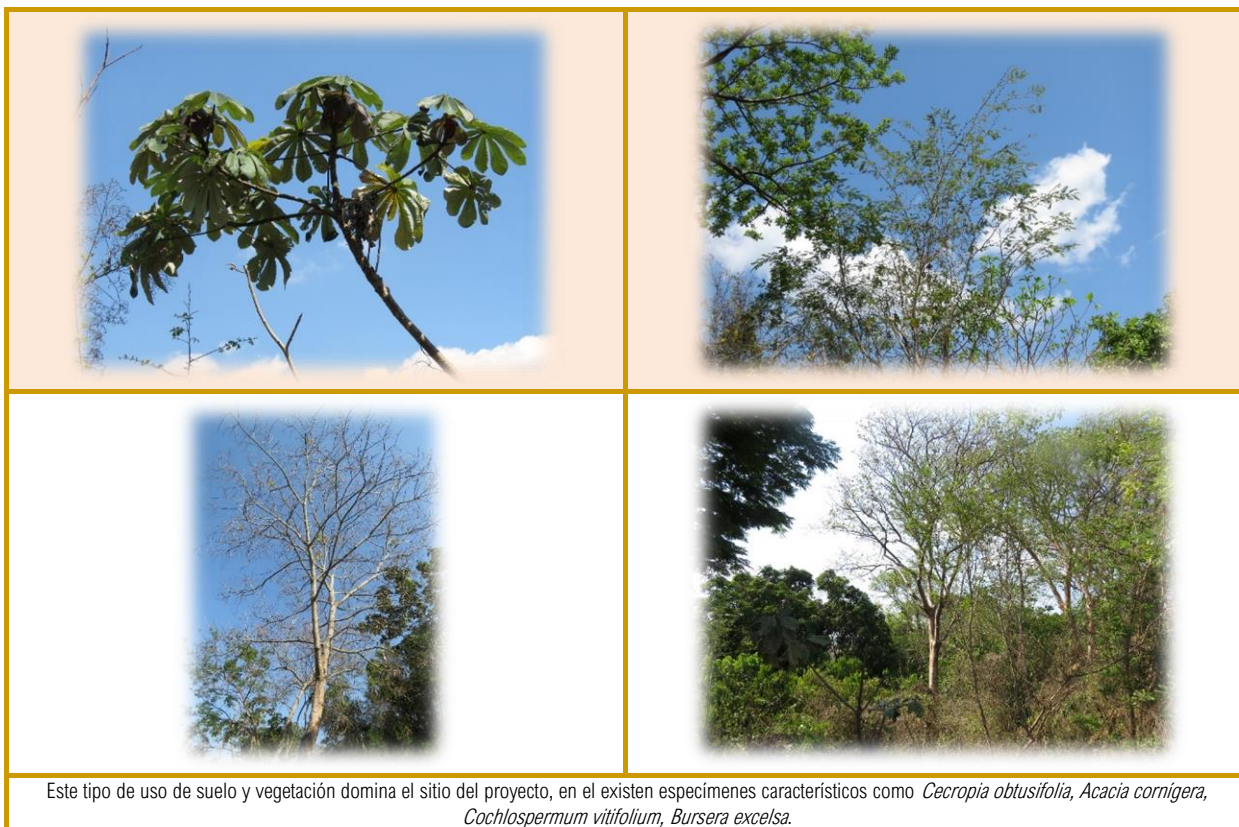
Entre las especies que componen este tipo de vegetación destacan: guapinol (*Hymenaea courbaril*), parota (*Enterolobium cyclocarpum*), *Piscidia piscipula*, palo mulato (*Bursera simaruba*), amate o matapalo (*Ficus spp.*), hormiguillo (*Cordia alliodora*), *C. elaeagnoides*, sangregrado (*Croton draco*), *Plumeria rubra*, *Vitex mollis*, *Pterocarpus acapulcensis*, *Ceiba pentandra* y *Pseudobombax ellipticum*, entre otras. Las epifitas y las plantas trepadoras, así como el estrato herbáceo son reducidos en comparación con ambientes más mesófilos.

La sucesión secundaria en las selvas tropicales húmedas es un proceso continuo, en la etapa inicial los factores más relevantes son los que rigen el proceso de colonización, hasta llegar a estadios más avanzados en los que la habilidad competitiva de las especies y su tolerancia a las condiciones son las que tienden a regular los patrones de reemplazo de especies, las relaciones de dominancia y los tipos de asociaciones en un sitio (Guariguatay Ostertag, 2001; Wiegleb y Felinks, 2001). Durante los distintos estadios de la sucesión el número de especies dominantes del dosel cambia, en las selvas jóvenes es dominado por pocas especies, pero la relación se va equilibrando (codominancia) a medida que alcanzan la madurez. 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, de los siguientes tipos:

- ✓ Arbórea.
- ✓ Arbustiva.
- ✓ Herbácea.

**Imagen IV. 58.** Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Mediana Subcaducifolia





Fuente: SECIRA, 2021.

### Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia.

Se desarrolla en condiciones climáticas en donde predominan los tipos cálidos subhúmedos, semisecos o subsecos. El más común es Aw, aunque también se presenta en BS y Cw. La temperatura media anual oscila entre los 18 a 28°C. Las precipitaciones anuales se encuentran entre 300 a 1 500 mm. Con una estación seca bien marcada que va de 6 a 8 meses la cual es muy severa. Se le encuentra desde el nivel del mar hasta unos 1 900 m, rara vez hasta 2 000 m de altitud, principalmente sobre laderas de cerros con suelos de buen drenaje, en la vertiente del golfo no se le ha observado arriba de 800 m la cual se relaciona con las bajas temperaturas que ahí se tienen si se le compara con lugares de igual altitud de la vertiente del pacífico.

Los componentes arbóreos de esta selva presentan baja altura, normalmente de 4 a 10 m (eventualmente hasta 15 m). El estrato herbáceo es bastante reducido y sólo se puede apreciar después de que ha empezado claramente la época de lluvias y retoñan o germinan las especies herbáceas. Las formas de vidas crasas y suculentas son frecuentes, especialmente en los géneros *Agave*, *Opuntia*, *Stenocereus* y *Cephalocereus*.

En este tipo de selva son comunes: *Bursera simaruba* (chaka, palo mulato); *Bursera sp.* (cuajote, papelillo, copal, chupandia); *Lysiloma sp.* (tsalam, tepeguaje); *Jacaratia mexicana* (bonete); *Ceiba sp.* (yaaxche, pochote); *Bromelia pinguin* (chom); *Pithecellobium keyense* (chukum); *Ipomoea sp.* (cazahuate); *Pseudobombax sp.* (amapola, clavellina); *Cordia sp.* (ciricote, cuéramo); *Pithecellobium acatlense* (barbas de chivo); *Amphypterigium adstringens* (cuachalalá); *Leucaena leucocephala* (waxim, guaje); *Erythrina sp.* (colorín), *Lysiloma divaricatum*, *Phoebe tampicensis*, *Acacia coulteri*, *Beauveria inermis*, *Lysiloma acapulcensis*, *Zuelania guidonia*, *Pseudophoenix sargentii* (kuká), *Beauveria pliabilis*, *Guaiacum sanctum*, *B. bipinnata*, *B. bicolor*, *Ceiba parvifolia*, *Ipomoea murucoides*, *I. pilosa*, *I. wolcottiana*, *I. arborescens*, *Brahea dulcis* (palma de sombrero), *Thevetia ovata*, *Indigofera platycarpa*, *Calliandra grandiflora*, *Celtis iguanaea*, *Diphysa floribunda*, *Jacquinia macrocarpa*, *Malpighia mexicana*, *Pseudobombax ellipticum*, *Crataeva palmeri*, *C. tapia*, *Guazuma ulmifolia*, *Cordia dentata*, *Cercidium floridum*, *Acacia farnesiana*, *Prosopis laevigata*, *Pereskia lychnidiflora*, *Licania arborea*, *Prosopis juliflora*, *Pithecellobium dulce*, *Zygia conzattii*, *Z. flexuosa* (clavelinas), *Achatocarpus nigricans* (limoncillo), *Coccoloba caracasana*

(papaturre), *C. floribundia* (carnero), *Randia armata* (crucecita), *Rauwolfia hirsuta* (coralillo), *Trichilia hirta*, *T. trifolia* (mapahuite); además, de cactáceas como *Pachycereus sp.* (cardón); *Stenocereus sp.*, *Cephalocereus spp*, *Cephalocereus gaumeri*, *Lemaireocereus griseus*, *Acanthocereus pentagonus*, *Pachycereus pecten-aboriginum* y *Pterocereus gaumeri*. Los bejucos son abundantes y las plantas epífitas se reducen principalmente a pequeñas bromeliáceas como *Tillandsia sp.*, cactáceas y algunas orquídeas.

Es una de las selvas de mayor distribución en México, al sur se extiende desde el litoral hasta las serranías próximas con penetraciones a lo largo de algunos ríos como el Balsas y sus afluentes (Michoacán, Guerrero, Morelos y Puebla). En el istmo de Tehuantepec la selva traspasa el parteaguas y ocupa una gran parte de la depresión central de Chiapas. La península de Baja California en su parte sur presenta un área aislada que se localiza en las partes inferiores y medias de las sierras de La Laguna.

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. 59.** Fotografías de Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia.





### Pastizal cultivado.

Esta comunidad dominada por gramíneas o graminoides aparece como consecuencia del desmonte de cualquier tipo de vegetación; también puede establecerse en áreas agrícolas abandonadas o bien como producto de áreas que se incendian con frecuencia. Los pastizales inducidos algunas veces corresponden a una fase de la sucesión normal de comunidades vegetales, cuyo clímax es por lo común un bosque o un matorral. A consecuencia del pastoreo intenso o de los fuegos periódicos, o bien de ambos factores juntos, se detiene a menudo el proceso de la sucesión y el pastizal inducido permanece como tal mientras perdura la actividad humana que lo mantiene. Otras veces el pastizal inducido no forma parte de ninguna serie normal de sucesión de comunidades, pero se establece y perdura por efecto de un intenso y prolongado disturbio, ejercido a través de tala, incendios, pastoreo y muchas con ayuda de algún factor del medio natural, como, por ejemplo, la tendencia a producirse cambios en el suelo que favorecen el mantenimiento del pastizal.

De esta manera se tiene la categoría de pastizales inducidos que prosperan una vez destruidos los bosques de pino y de encino, característicos de las zonas montañosas de México. En altitudes superiores a 2 800 m las comunidades secundarias frecuentemente son similares a la pradera de alta montaña, formadas por gramíneas altas que crecen en extensos macollos. Los géneros *Festuca*, *Muhlenbergia*, *Stipa* y *Calamagrostis* son los más típicos de estos pastizales que, además de su interés ganadero, son aprovechados también a través de la extracción de la raíz de zacatón, materia prima para la elaboración de escobas que proporcionan las partes subterráneas de *Muhlenbergia macroura*. Algunas otras especies de gramíneas que llegan a formar comunidades de pastizal inducido son: *Aristida adscensionis* (Zacate tres barbas), *Dasyochloa pulchella* (Zacate borreguero), *Bouteloua simplex*, *Paspalum notatum* (Zacate burro), *Cenchrus spp.* (Zacate cadillo o Roseta), *Muhlenbergia phleoides*, *Enneapogon desvauxii* y otros. No es rara la presencia ocasional de diversas hierbas, arbustos y árboles.

Imagen IV. 60. Fotografías de Pastizal cultivado.



Fuente: SECIRA, 2021.

### CARACTERÍSTICAS DE LA VEGETACIÓN.

De la superficie total del SAR (1736.78 has), solo se ocuparán para el proyecto 11.72 ha, que representan el 0.67 % de toda la superficie del SAR, es decir que el 99.33 % 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 total ocupada por el proyecto será de 11.72 ha, de las cuales 4.36 ha pertenece al camino existente y 7.36 ha corresponden a la superficie a afectar por el trazo del proyecto, de las cuales la Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Mediana Subcaducifolia abarca un área de 65.76 % y aunado a esta cifra, se adiciona la superficie ocupada por la Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia con 14.05 % y Pastizal Cultivado con 20.19 %.

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

TIPO DE VEGETACIÓN DEL SAR A SER AFECTADA POR EL PROYECTO	SUPERFICIE EN EL SAR (HA)	SUP. OCUPADA POR EL TRAZO (HA)	% DE OCUPACIÓN POR EL PROYECTO EN EL SAR
Camino existente	-	4.36	0.25
Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Mediana Subcaducifolia	918.04	4.84	0.28
Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia	498.94	1.03	0.06
Pastizal Cultivado	319.80	1.49	0.09
<b>Total</b>	<b>1736.78</b>	<b>11.72</b>	<b>0.67</b>

Fuente: SECIRA, 2021.

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 5.88 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 5.88 ha de 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 %
VSa/SMS	Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Mediana Subcaducifolia	4.84	82.40
VSa/SBC	Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia	1.03	17.60
	<b>Total</b>	<b>5.88</b>	<b>100.00</b>

Fuente: SECIRA, 2021.

### COMPOSICIÓN FLORÍSTICA.

Con la finalidad de conocer la composición florística del predio del proyecto, como ya se ha señalado se realizaron 7 muestreos. El acumulado de los mismos se muestra a continuación.

Tabla IV. 31. Acumulado del muestreo 1.

CONGLOMERADO 01							
Uso de Suelo y Vegetación	Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Mediana Subcaducifolia	Coordenadas		Longitud	593546	Latitud	1843163
Familia	Especie	Nombre común	Frecuencia	Altura (m)	DAP y /o Longitud (cm)	FB	NOM-059-SEMARNAT-2010
Burseraceae	<i>Bursera grandifolia</i>	Brea	5	13.5	95	A	Sin status
Polygonaceae	<i>Coccoloba liebmannii</i>	Uva silvestre	2	8.9	45	A	Sin status
Urticaceae	<i>Cecropia obtusifolia</i>	Guarumbo	12	14.5	52	A	Sin status
Fabaceae	<i>Gliricidia sepium</i>	Cacahuananche	3	10.4	41	A	Sin status
Fabaceae	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Guanacaste	1	12.5	112	A	Sin status
Fabaceae	<i>Andira inermis</i>	Tololote	6	13.1	66	A	Sin status
Fabaceae	<i>Inga paterno</i>	Vainillo	1	7.6	35	A	Sin status
Melastomataceae	<i>Clidemia hirta</i>	Jaboncillo	21	2.1	15	Ar	Sin status
Euphorbiaceae	<i>Cnidoscolus multilobus</i>	Chaya de monte	35	1.8	12	Ar	Sin status
Asteraceae	<i>Verbesina crocata</i>	Capitaneja	21	1.2	16	Ar	Sin status
Fabaceae	<i>Acacia cornigera</i>	Cornezuelo	17	1.6	10	Ar	Sin status
Martyniaceae	<i>Martynia annua</i>	Uña de gavilán	10	1.4	11	H	Sin status
Poaceae	<i>Aristida adscensionis</i>	Zacate tres barbas	37	1.1	23	H	Sin status
	<b>Total</b>		<b>171</b>				

Fuente: SECIRA, 2021.

Tabla IV. 32. Acumulado de muestreo 2.

CONGLOMERADO 02							
Uso de Suelo y Vegetación	Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Mediana Subcaducifolia	Coordenadas		Longitud	591854	Latitud	1841929
Familia	Especie	Nombre común	Frecuencia	Altura (m)	DAP y /o Longitud (cm)	FB	NOM-059-SEMARNAT-2010
Fabaceae	<i>Acacia hindsii</i>	Carretadera	5	4.2	39	A	Sin status
Burseraceae	<i>Bursera excelsa</i>	Mulato	8	13.4	96	A	Sin status
Urticaceae	<i>Cecropia obtusifolia</i>	Guarumbo	11	14.6	63	A	Sin status
Fabaceae	<i>Andira inermis</i>	Tololote	6	12.5	66	A	Sin status
Fabaceae	<i>Gliricidia sepium</i>	Cacahuananche	5	10.5	42	A	Sin status
Fabaceae	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Matabuey	7	8.9	57	A	Sin status
Rubiaceae	<i>Genipa americana</i>	Tejoruco	4	5.1	46	A	Sin status
Ebenaceae	<i>Diospyros salicifolia</i>	Chocoyito	6	3.9	39	A	Sin status
Euphorbiaceae	<i>Cnidoscolus multilobus</i>	Chaya de monte	29	1.9	11	Ar	Sin status
Asteraceae	<i>Verbesina crocata</i>	Capitaneja	22	1.2	14	Ar	Sin status
Fabaceae	<i>Acacia cornigera</i>	Cornezuelo	19	1.5	10	Ar	Sin status
Fabaceae	<i>Mimosa pudica</i>	Vergonzosa	21	1.1	23	Ar	Sin status
Martyniaceae	<i>Martynia annua</i>	Uña de gavián	8	1.2	11	H	Sin status
Poaceae	<i>Andropogon gayanus</i>	Pasto llanero	32	1.1	25	H	Sin status
	<b>Total</b>		<b>183</b>				

Fuente: SECIRA, 2021.



Tabla IV. 33. Acumulado del muestreo 3.

CONGLOMERADO 03							
Uso de Suelo y Vegetación	Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Mediana Subcaducifolia	Coordenadas		Longitud	591693	Latitud	1840972
Familia	Especie	Nombre común	Frecuencia	Altura (m)	DAP y/o Longitud (cm)	FB	NOM-059-SEMARNAT-2010
Burseraceae	<i>Bursera excelsa</i>	Mulato	10	13.5	98	A	Sin status
Urticaceae	<i>Cecropia obtusifolia</i>	Guarumbo	15	14.7	71	A	Sin status
Fabaceae	<i>Andira inermis</i>	Tololote	7	12.6	67	A	Sin status
Fabaceae	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Matabuey	8	8.8	58	A	Sin status
Sapindaceae	<i>Cupania dentata</i>	Huanchal	5	6.9	61	A	Sin status
Malvaceae	<i>Ceiba pentandra</i>	Ceiba	2	7.8	97	A	Sin status
Bixaceae	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Cucharillo	9	7.5	66	A	Sin status
Moraceae	<i>Castilla elastica</i>	Árbol de hule	3	5.6	54	A	Sin status
Fabaceae	<i>Caesalpinia eriostachys</i>	Hediondilla	8	11.5	67	A	Sin status
Fabaceae	<i>Calliandra grandiflora</i>	Cabellos de Angel	12	1.6	18	Ar	Sin status
Fabaceae	<i>Entada polystachya</i>	Bejuco prieto	10	1.2	10	Ar	Sin status
Euphorbiaceae	<i>Cnidocolus multilobus</i>	Chaya de monte	29	1.9	11	Ar	Sin status
Melastomataceae	<i>Conostegia xalapensis</i>	Capulin de monte	8	1.2	15	H	Sin status
Solanaceae	<i>Solanum candidum</i>	Tomatillo	13	1.1	12	H	Sin status
	<b>Total</b>		<b>139</b>				

Fuente: SECIRA, 2021.

Tabla IV. 34. Acumulado de muestreo 4.

CONGLOMERADO 04							
Uso de Suelo y Vegetación	Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Mediana Subcaducifolia	Coordenadas		Longitud	589451	Latitud	1842211
Familia	Especie	Nombre común	Frecuencia	Altura (m)	DAP y/o Longitud (cm)	FB	NOM-059-SEMARNAT-2010
Urticaceae	<i>Cecropia obtusifolia</i>	Guarumbo	17	14.5	74	A	Sin status
Fabaceae	<i>Andira inermis</i>	Tololote	8	12.5	65	A	Sin status
Fabaceae	<i>Caesalpinia eriostachys</i>	Hediondilla	6	11.6	71	A	Sin status
Fabaceae	<i>Acacia hindsii</i>	Carretadera	5	4.3	41	A	Sin status
Moraceae	<i>Castilla elastica</i>	Árbol de hule	4	5.7	56	A	Sin status
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Palo mulato	9	11.5	87	A	Sin status
Sapindaceae	<i>Cupania dentata</i>	Huanchal	5	7.2	65	A	Sin status
Malvaceae	<i>Ceiba pentandra</i>	Ceiba	2	8.1	99	A	Sin status
Rubiaceae	<i>Genipa americana</i>	Tejoruco	3	5.6	47	A	Sin status
Euphorbiaceae	<i>Cnidocolus multilobus</i>	Chaya de monte	33	1.9	13	Ar	Sin status
Asteraceae	<i>Verbesina crocata</i>	Capitaneja	22	1.3	17	Ar	Sin status
Fabaceae	<i>Acacia cornigera</i>	Cornezuelo	26	1.7	11	Ar	Sin status
Martyniaceae	<i>Martynia annua</i>	Uña de gavilan	12	1.6	12	H	Sin status
Poaceae	<i>Aristida adscensionis</i>	Zacate tres barbas	35	1.2	24	H	Sin status
	<b>Total</b>		<b>187</b>				

Fuente: SECIRA, 2021.

Tabla IV. 35. Acumulado de muestreo 5.

CONGLOMERADO 05							
Uso de Suelo y Vegetación	Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia	Coordenadas		Longitud	592623	Latitud	1843409
Familia	Especie	Nombre común	Frecuencia	Altura (m)	DAP y /o Longitud (cm)	FB	NOM-059-SEMARNAT-2010
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Palo mulato	7	8.9	81	A	Sin status
Moraceae	<i>Ficus cotinifolia</i>	Amate negro	1	7.2	79	A	Sin status
Fabaceae	<i>Lysiloma acapulcensis</i>	Tepehuaje	10	8.1	65	A	Sin status
Anacardiaceae	<i>Spondias purpurea</i>	Ciruelo	6	4.9	71	A	Sin status
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guazima	15	6.7	58	A	Sin status
Dilleniaceae	<i>Curatella americana</i>	Hoja man	4	4.9	57	A	Sin status
Meliaceae	<i>Trichilia pallida</i>	Palo amargo	7	6.1	65	A	Sin status
Moraceae	<i>Ficus insipida</i>	Higuera blanca	1	5.9	75	A	Sin status
Malvaceae	<i>Heliocarpus donnell-smithii</i>	Jonote	5	4.5	57	A	Sin status
Anacardiaceae	<i>Comocladia engleriana</i>	Cachimbo	21	2.7	19	Ar	Sin status
Malvaceae	<i>Heliocarpus pallidus</i>	Cuaulote	33	2.4	12	Ar	Sin status
Malvaceae	<i>Heliocarpus occidentalis</i>	Guácima blanca	18	1.6	15	Ar	Sin status
Poaceae	<i>Andropogon gayanus</i>	Pasto llanero	33	1.2	24	H	Sin status
Poaceae	<i>Cynodon dactylon</i>	Gramma	41	1.3	34	H	Sin status
	<b>Total</b>		<b>202</b>				

Fuente: SECIRA, 2021.

Tabla IV. 36. Acumulado de muestreo 6.

CONGLOMERADO 06							
Uso de Suelo y Vegetación	Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia	Coordenadas		Longitud	590809	Latitud	1841910
Familia	Especie	Nombre común	Frecuencia	Altura (m)	DAP y /o Longitud (cm)	FB	NOM-059-SEMARNAT-2010
Anacardiaceae	<i>Spondias purpurea</i>	Ciruelo	8	5.3	72	A	Sin status
Dilleniaceae	<i>Curatella americana</i>	Hoja man	6	5.5	59	A	Sin status
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Palo mulato	14	7.6	74	A	Sin status
Fabaceae	<i>Lysiloma acapulcensis</i>	Tepehuaje	5	8.1	68	A	Sin status
Fabaceae	<i>Leucaena esculenta</i>	Guaje verde	2	4.9	54	A	Sin status
Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i>	Nanche	9	4.8	55	A	Sin status
Apocynaceae	<i>Plumeria rubra</i>	Flor de mayo	4	2.9	39	A	Sin status
Piperaceae	<i>Piper amalago</i>	Cordoncillo	6	3.6	33	A	Sin status
Meliaceae	<i>Trichilia hirta</i>	Ciruelillo	8	5.9	42	A	Sin status
Anacardiaceae	<i>Comocladia engleriana</i>	Cachimbo	21	2.5	18	Ar	Sin status
Malvaceae	<i>Heliocarpus pallidus</i>	Cuaulote	33	2.5	13	Ar	Sin status
Malvaceae	<i>Heliocarpus occidentalis</i>	Guácima blanca	18	1.7	16	Ar	Sin status
Poaceae	<i>Andropogon gayanus</i>	Pasto llanero	33	1.3	25	H	Sin status
Poaceae	<i>Cynodon dactylon</i>	Gramma	41	1.2	36	H	Sin status
	<b>Total</b>		<b>208</b>				

Fuente: SECIRA, 2021.

Tabla IV. 37. Acumulado de muestreo 7.

CONGLOMERADO 07							
Uso de Suelo y Vegetación	Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia	Coordenadas		Longitud	590809	Latitud	1842624
Familia	Especie	Nombre común	Frecuencia	Altura (m)	DAP y /o Longitud (cm)	FB	NOM-059-SEMARNAT-2010
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Palo mulato	10	7.6	75	A	Sin status
Fabaceae	<i>Lysiloma acapulcensis</i>	Tepehuaje	4	7.3	66	A	Sin status
Meliaceae	<i>Trichilia pallida</i>	Palo amargo	5	6.5	64	A	Sin status
Ulmaceae	<i>Trema micrantha</i>	Capulincillo	8	5.1	55	A	Sin status
Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i>	Anacahuite	3	6.5	64	A	Sin status
Apocynaceae	<i>Cascabela ovata</i>	Huevos de toro	5	3.5	41	A	Sin status
Malvaceae	<i>Ceiba pentandra</i>	Ceiba	1	7.5	83	A	Sin status
Burseraceae	<i>Bursera excelsa</i>	Mulato	5	8.1	80	A	Sin status
Malvaceae	<i>Heliocarpus donnell-smithii</i>	Jonote	3	4.6	55	A	Sin status
Anacardiaceae	<i>Comocladia engleriana</i>	Cachimbo	20	2.1	20	Ar	Sin status
Malvaceae	<i>Heliocarpus pallidus</i>	Cuaulote	35	2.3	13	Ar	Sin status
Malvaceae	<i>Heliocarpus occidentalis</i>	Guácima blanca	19	1.5	16	Ar	Sin status
Poaceae	<i>Andropogon gayanus</i>	Pasto llanero	35	1.3	25	H	Sin status
Poaceae	<i>Cynodon dactylon</i>	Gramma	44	1.1	25	H	Sin status
	<b>Total</b>		<b>197</b>				

Fuente: SECIRA, 2021.

## ESTRUCTURA DE LA VEGETACIÓN.

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

Los índices basados en la dominancia son parámetros inversos al concepto de uniformidad o equidad puesto que toman en cuenta la dominancia de las especies con mayor representatividad, para lo cual el índice más común para utilizar es el índice de Simpson. El índice de dominancia de Simpson (también conocido como el índice de la diversidad de las especies o índice de dominancia) es uno de los parámetros que nos permiten medir la riqueza de organismos. A medida que el índice se incrementa, la diversidad decrece. Por ello el Índice de Simpson se presenta habitualmente como una medida de la dominancia. Por lo tanto, el índice de Simpson sobrevalora las especies más abundantes en detrimento de la riqueza total de especies. Entonces entre más aumente el valor a 1, la diversidad disminuye. Este valor es el valor máximo que toma el índice, si la dominancia es alta la diversidad será baja como ya fue mencionado. Si bien este índice depende de la cantidad de categorías que es posible reconocer, da también una idea de homogeneidad general partiendo de la base de que un sistema es más diverso cuanta menos dominancia de especies hay y la distribución es más equitativa. A medida que el valor del índice de Simpson se incrementa, la diversidad decrece por lo que es necesario calcular el complemento del índice de Simpson (1-0), asegurando de esta manera que el valor del índice aumenta con el incremento de la diversidad. Tomando en cuenta que el valor mínimo para este índice es 1 que indica que no hay diversidad y que la dominancia es alta. Este índice puede tomar valores que van de 0 a 1, de acuerdo con los valores obtenidos se considera que las condiciones ambientales y de la biodiversidad se encuentran en:

- ❖ Mayor a 0.67 diversidad alta.
- ❖ 0.34 a 0.66 diversidad media.
- ❖ 0 a 0.33 diversidad baja.

La diversidad se midió con el Índice de Simpson (1975), considerando lo siguiente:

- ❖ Expresa la probabilidad de extraer de la comunidad dos individuos al azar que sean de la misma especie.
- ❖ Es una medida de dominancia donde las especies comunes tienen mucho peso respecto a las especies raras.
- ❖ Oscila entre 0 (cuando hay únicamente una especie) y (1-1/S).

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

Donde:

$\lambda$  = Índice de dominancia

$P_i$  = Proporción de los individuos registrados en cada especie ( $n/N$ )

$n$  = Número de individuos de la especie

$N$  = Número total de 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:

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

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.

Como ya se ha mencionado, el SAR del proyecto cuenta diferentes asociaciones vegetales las cuales corresponde a Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Mediana Subcaducifolia y Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia, en donde, se realizaron 7 sitios de muestreo, se obtuvo una riqueza de 1287 individuos pertenecientes a 50 especies, correspondientes de 43 géneros y 24 familias. En cuanto a la estructura vertical se tiene que *Cecropia obtusifolia* es la especie que tiene la mayor altura con 14.7 metros, seguido de *Bursera grandifolia* con 13.5 metros son las especies con mayor altura dentro de dicha área. 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 3.26, 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 área de influencia del proyecto es Alta, con una Equitatividad (grado de igualdad de la distribución de la abundancia de las especies) alta de 0.83, 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 SAR del presente estudio puede encontrarse con cierto grado de perturbación. Finalmente, el Índice Valor de Importancia nos muestra que la mayor dominancia la tiene *Enterolobium cyclocarpum* con 85.55 y *Bursera excelsa* con 69.53, la primera crece en zonas perturbadas de selvas altas y medianas, mientras que la segunda especie, cuenta con buena abundancia ya que se encuentra distribuida en la mayoría de los Usos de Suelo y Vegetación del SAR.



Tabla IV. 38. Estimación del Valor de Importancia del Sistema Ambiental Regional

Familia	Especie	Nombre común	Frecuencia	FB	NOM-059-SEMARNAT	No. sitios	Área basal	Dominancia absoluta	Densidad absoluta	Frecuencia absoluta	Dominancia relativa	Densidad relativa	Frecuencia relativa	IVI
Fabaceae	<i>Acacia cornigera</i>	Comezuelo	62	Ar	Sin status	95.03	0.0081	0.0482	0.0309	0.8146	4.8174	3.0928	8.72	95.03
Fabaceae	<i>Acacia hindsii</i>	Carretadera	10	A	Sin status	1320.26	0.1132	0.0078	0.0206	11.3163	0.7770	2.0619	14.16	1320.26
Fabaceae	<i>Andira inermis</i>	Tololote	27	A	Sin status	3421.20	0.2932	0.0210	0.0412	29.3240	2.0979	4.1237	35.55	3421.20
Poaceae	<i>Andropogon gayanus</i>	Pasto llanero	133	H	Sin status	490.88	0.0421	0.1033	0.0412	4.2074	10.3341	4.1237	18.67	490.88
Poaceae	<i>Aristida adscensionis</i>	Zacate tres barbas	72	H	Sin status	452.39	0.0388	0.0559	0.0206	3.8776	5.5944	2.0619	11.53	452.39
Burseraceae	<i>Bursera excelsa</i>	Mulato	23	A	Sin status	7542.98	0.6465	0.0179	0.0309	64.6528	1.7871	3.0928	69.53	7542.98
Burseraceae	<i>Bursera grandifolia</i>	Brea	5	A	Sin status	7088.24	0.6076	0.0039	0.0103	60.7551	0.3885	1.0309	62.17	7088.24
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Palo mulato	40	A	Sin status	5944.69	0.5095	0.0311	0.0412	50.9535	3.1080	4.1237	58.19	5944.69
Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i>	Nanche	9	A	Sin status	2375.84	0.2036	0.0070	0.0103	20.3639	0.6993	1.0309	22.09	2375.84
Fabaceae	<i>Caesalpinia eristachys</i>	Hediondilla	14	A	Sin status	3959.20	0.3394	0.0109	0.0206	33.9353	1.0878	2.0619	37.08	3959.20
Fabaceae	<i>Calliandra grandiflora</i>	Cabellos de Angel	12	Ar	Sin status	254.47	0.0218	0.0093	0.0103	2.1811	0.9324	1.0309	4.14	254.47
Apocynaceae	<i>Cascabela ovata</i>	Huevos de toro	5	A	Sin status	1320.26	0.1132	0.0039	0.0103	11.3163	0.3885	1.0309	12.74	1320.26
Moraceae	<i>Castilla elastica</i>	Árbol de hule	7	A	Sin status	2463.01	0.2111	0.0054	0.0206	21.1111	0.5439	2.0619	23.72	2463.01
Urticaceae	<i>Cecropia obtusifolia</i>	Guarumbo	55	A	Sin status	3959.20	0.3394	0.0427	0.0412	33.9353	4.2735	4.1237	42.33	3959.20
Malvaceae	<i>Ceiba pentandra</i>	Ceiba	5	A	Sin status	7697.71	0.6598	0.0039	0.0309	65.9790	0.3885	3.0928	69.46	7697.71
Melastomataceae	<i>Clidemia hirta</i>	Jaboncillo	21	Ar	Sin status	176.72	0.0151	0.0163	0.0103	1.5147	1.6317	1.0309	4.18	176.72
Euphorbiaceae	<i>Cnidioscolus multilobus</i>	Chaya de monte	126	Ar	Sin status	132.73	0.0114	0.0979	0.0412	1.1377	9.7902	4.1237	15.05	132.73
Polygonaceae	<i>Coccoloba liebmanni</i>	Uva silvestre	2	A	Sin status	1590.44	0.1363	0.0016	0.0103	13.6320	0.1554	1.0309	14.82	1590.44
Bixaceae	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Cucharillo	9	A	Sin status	3421.20	0.2932	0.0070	0.0103	29.3240	0.6993	1.0309	31.05	3421.20
Anacardiaceae	<i>Comocladia engeliana</i>	Cachimbo	62	Ar	Sin status	283.53	0.0243	0.0482	0.0309	2.4302	4.8174	3.0928	10.34	283.53
Melastomataceae	<i>Conostegia xalapensis</i>	Capulin de monte	8	H	Sin status	176.72	0.0151	0.0062	0.0103	1.5147	0.6216	1.0309	3.17	176.72
Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i>	Anacahuite	3	A	Sin status	3217.00	0.2757	0.0023	0.0103	27.5737	0.2331	1.0309	28.84	3217.00
Sapindaceae	<i>Cupania dentata</i>	Huanchal	10	A	Sin status	3318.32	0.2844	0.0078	0.0206	28.4421	0.7770	2.0619	31.28	3318.32
Dilleniaceae	<i>Curatella americana</i>	Hoja man	10	A	Sin status	2733.98	0.2343	0.0078	0.0206	23.4336	0.7770	2.0619	26.27	2733.98
Poaceae	<i>Cynodon dactylon</i>	Gramma	126	H	Sin status	907.92	0.0778	0.0979	0.0309	7.7820	9.7902	3.0928	20.67	907.92
Ebenaceae	<i>Diospyros salicifolia</i>	Chocoyito	6	A	Sin status	1194.59	0.1024	0.0047	0.0103	10.2392	0.4662	1.0309	11.74	1194.59
Fabaceae	<i>Entada polystachya</i>	Bejuco prieto	10	Ar	Sin status	78.54	0.0067	0.0078	0.0103	0.6732	0.7770	1.0309	2.48	78.54
Fabaceae	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Guanacaste	1	A	Sin status	9852.06	0.8444	0.0008	0.0103	84.4445	0.0777	1.0309	85.55	9852.06
Moraceae	<i>Ficus cotinifolia</i>	Amate negro	1	A	Sin status	4901.68	0.4201	0.0008	0.0103	42.0136	0.0777	1.0309	43.12	4901.68
Moraceae	<i>Ficus insipida</i>	Higuera blanca	1	A	Sin status	4417.88	0.3787	0.0008	0.0103	37.8667	0.0777	1.0309	38.98	4417.88
Rubiaceae	<i>Genipa americana</i>	Tejoruco	7	A	Sin status	1734.95	0.1487	0.0054	0.0206	14.8707	0.5439	2.0619	17.48	1734.95
Fabaceae	<i>Glinicidia sepium</i>	Cacahuananche	8	A	Sin status	1385.45	0.1188	0.0062	0.0206	11.8500	0.6216	2.0619	14.56	1385.45
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guazuma	15	A	Sin status	2642.09	0.2265	0.0117	0.0103	22.6460	1.1655	1.0309	24.84	2642.09
Malvaceae	<i>Heliocarpus donnell-smithii</i>	Jonote	8	A	Sin status	2375.84	0.2036	0.0062	0.0206	20.3639	0.6216	2.0619	23.05	2375.84
Malvaceae	<i>Heliocarpus occidentalis</i>	Guácima blanca	55	Ar	Sin status	201.06	0.0172	0.0427	0.0309	1.7234	4.2735	3.0928	9.09	201.06
Malvaceae	<i>Heliocarpus pallidus</i>	Cuaulote	101	Ar	Sin status	132.73	0.0114	0.0785	0.0309	1.1377	7.8477	3.0928	12.08	132.73
Fabaceae	<i>Inga paterno</i>	Vainillo	1	A	Sin status	962.12	0.0825	0.0008	0.0103	8.2465	0.0777	1.0309	9.36	962.12
Fabaceae	<i>Leucaena esculenta</i>	Guaje verde	2	A	Sin status	2290.23	0.1963	0.0016	0.0103	19.6301	0.1554	1.0309	20.82	2290.23
Fabaceae	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Matabuey	15	A	Sin status	2551.76	0.2187	0.0117	0.0206	21.8718	1.1655	2.0619	25.10	2551.76
Fabaceae	<i>Lysiloma acapulcensis</i>	Tepehuaje	19	A	Sin status	3631.69	0.3113	0.0148	0.0309	31.1281	1.4763	3.0928	35.70	3631.69
Martyniaceae	<i>Martynia annua</i>	Uña de gavilan	30	H	Sin status	113.10	0.0097	0.0233	0.0309	0.9694	2.3310	3.0928	6.39	113.10
Fabaceae	<i>Mimosa pudica</i>	Vergonzosa	21	Ar	Sin status	415.48	0.0356	0.0163	0.0103	3.5612	1.6317	1.0309	6.22	415.48
Piperaceae	<i>Piper amalago</i>	Cordoncillo	6	A	Sin status	855.30	0.0733	0.0047	0.0103	7.3310	0.4662	1.0309	8.83	855.30
Apocynaceae	<i>Plumeria rubra</i>	Flor de mayo	4	A	Sin status	1194.59	0.1024	0.0031	0.0103	10.2392	0.3108	1.0309	11.58	1194.59

Solanaceae	<i>Solanum candidum</i>	Tomatillo	13	H	Sin status	113.10	0.0097	0.0101	0.0103	0.9694	1.0101	1.0309	3.01	113.10
Anacardiaceae	<i>Spondias purpurea</i>	Ciruelo	14	A	Sin status	4071.51	0.3490	0.0109	0.0206	34.8980	1.0878	2.0619	38.05	4071.51
Ulmaceae	<i>Trema micrantha</i>	Capulincillo	8	A	Sin status	2375.84	0.2036	0.0062	0.0103	20.3639	0.6216	1.0309	22.02	2375.84
Meliaceae	<i>Trichilia hirta</i>	Ciruelillo	8	A	Sin status	1385.45	0.1188	0.0062	0.0103	11.8750	0.6216	1.0309	13.53	1385.45
Meliaceae	<i>Trichilia pallida</i>	Palo amargo	12	A	Sin status	3217.00	0.2757	0.0093	0.0206	27.5737	0.9324	2.0619	30.57	3217.00
Asteraceae	<i>Verbesina crocata</i>	Capitaneja	65	Ar	Sin status	226.98	0.0195	0.0505	0.0309	1.9455	5.0505	3.0928	10.09	226.98

Fuente: SECIRA, 2021.

Tabla IV. 39. Relación de índices del Sistema Ambiental Regional

Concepto	Resultado
Especies	50
Individuos	1287
Dominancia	0.05449
Índice de Simpson	0.9455
Índice de Shannon	3.268
Equitatividad	0.8354

Fuente: SECIRA, 2021.

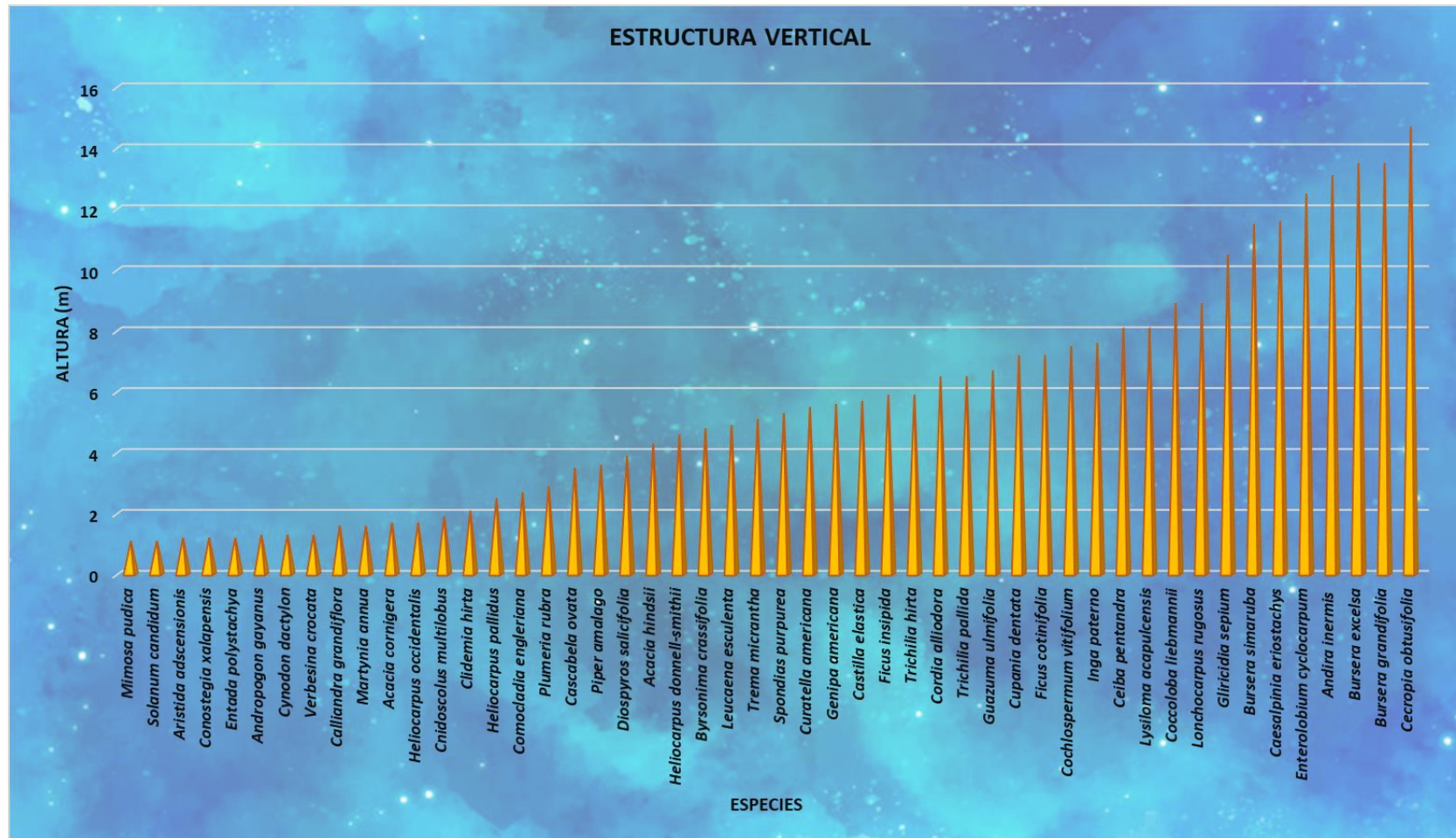
**Tabla IV. 40.** Estructura vertical del Sistema Ambiental Regional

Familia	Especie	Nombre común	Frecuencia	Altura (m)	DAP y /o Longitud (cm)	FB	NOM-059-SEMARNAT
Fabaceae	<i>Mimosa pudica</i>	Vergonzosa	21	1.1	23	Ar	Sin status
Solanaceae	<i>Solanum candidum</i>	Tomatillo	13	1.1	12	H	Sin status
Poaceae	<i>Aristida adscensionis</i>	Zacate tres barbas	72	1.2	24	H	Sin status
Melastomataceae	<i>Conostegia xalapensis</i>	Capulin de monte	8	1.2	15	H	Sin status
Fabaceae	<i>Entada polystachya</i>	Bejuco prieto	10	1.2	10	Ar	Sin status
Poaceae	<i>Andropogon gayanus</i>	Pasto llanero	133	1.3	25	H	Sin status
Poaceae	<i>Cynodon dactylon</i>	Gramma	126	1.3	34	H	Sin status
Asteraceae	<i>Verbesina crocata</i>	Capitaneja	65	1.3	17	Ar	Sin status
Fabaceae	<i>Calliandra grandiflora</i>	Cabellos de Angel	12	1.6	18	Ar	Sin status
Martyniaceae	<i>Martynia annua</i>	Uña de gavilan	30	1.6	12	H	Sin status
Fabaceae	<i>Acacia cornigera</i>	Cornezuelo	62	1.7	11	Ar	Sin status
Malvaceae	<i>Heliocarpus occidentalis</i>	Guácima blanca	55	1.7	16	Ar	Sin status
Euphorbiaceae	<i>Cnidioscolus multilobus</i>	Chaya de monte	126	1.9	13	Ar	Sin status
Melastomataceae	<i>Clidemia hirta</i>	Jaboncillo	21	2.1	15	Ar	Sin status
Malvaceae	<i>Heliocarpus pallidus</i>	Cuautote	101	2.5	13	Ar	Sin status
Anacardiaceae	<i>Comocladia engleriana</i>	Cachimbo	62	2.7	19	Ar	Sin status
Apocynaceae	<i>Plumeria rubra</i>	Flor de mayo	4	2.9	39	A	Sin status
Apocynaceae	<i>Cascabela ovata</i>	Huevos de toro	5	3.5	41	A	Sin status
Piperaceae	<i>Piper amalago</i>	Cordoncillo	6	3.6	33	A	Sin status
Ebenaceae	<i>Diospyros salicifolia</i>	Chocoyito	6	3.9	39	A	Sin status
Fabaceae	<i>Acacia hindsii</i>	Carretadera	10	4.3	41	A	Sin status
Malvaceae	<i>Heliocarpus donnell-smithii</i>	Jonote	8	4.6	55	A	Sin status
Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i>	Nanche	9	4.8	55	A	Sin status
Fabaceae	<i>Leucaena esculenta</i>	Guaje verde	2	4.9	54	A	Sin status
Ulmaceae	<i>Trema micrantha</i>	Capulincillo	8	5.1	55	A	Sin status
Anacardiaceae	<i>Spondias purpurea</i>	Ciruelo	14	5.3	72	A	Sin status
Dilleniaceae	<i>Curatella americana</i>	Hoja man	10	5.5	59	A	Sin status
Rubiaceae	<i>Genipa americana</i>	Tejoruco	7	5.6	47	A	Sin status
Moraceae	<i>Castilla elastica</i>	Árbol de hule	7	5.7	56	A	Sin status
Moraceae	<i>Ficus insipida</i>	Higuera blanca	1	5.9	75	A	Sin status
Meliaceae	<i>Trichilia hirta</i>	Ciruelillo	8	5.9	42	A	Sin status
Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i>	Anacahuite	3	6.5	64	A	Sin status
Meliaceae	<i>Trichilia pallida</i>	Palo amargo	12	6.5	64	A	Sin status
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guazima	15	6.7	58	A	Sin status
Sapindaceae	<i>Cupania dentata</i>	Huanchal	10	7.2	65	A	Sin status
Moraceae	<i>Ficus cotinifolia</i>	Amate negro	1	7.2	79	A	Sin status
Bixaceae	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Cucharillo	9	7.5	66	A	Sin status
Fabaceae	<i>Inga paterno</i>	Vainillo	1	7.6	35	A	Sin status
Malvaceae	<i>Ceiba pentandra</i>	Ceiba	5	8.1	99	A	Sin status
Fabaceae	<i>Lysiloma acapulcensis</i>	Tepehuaje	19	8.1	68	A	Sin status
Polygonaceae	<i>Coccoloba liebmanni</i>	Uva silvestre	2	8.9	45	A	Sin status

Familia	Especie	Nombre común	Frecuencia	Altura (m)	DAP y /o Longitud (cm)	FB	NOM-059-SEMARNAT
Fabaceae	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Matabuey	15	8.9	57	A	Sin status
Fabaceae	<i>Gliricidia sepium</i>	Cacahuananche	8	10.5	42	A	Sin status
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Palo mulato	40	11.5	87	A	Sin status
Fabaceae	<i>Caesalpinia eriostachys</i>	Hediondilla	14	11.6	71	A	Sin status
Fabaceae	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Guanacaste	1	12.5	112	A	Sin status
Fabaceae	<i>Andira inermis</i>	Tololote	27	13.1	66	A	Sin status
Burseraceae	<i>Bursera excelsa</i>	Mulato	23	13.5	98	A	Sin status
Burseraceae	<i>Bursera grandifolia</i>	Brea	5	13.5	95	A	Sin status
Urticaceae	<i>Cecropia obtusifolia</i>	Guarumbo	55	14.7	71	A	Sin status

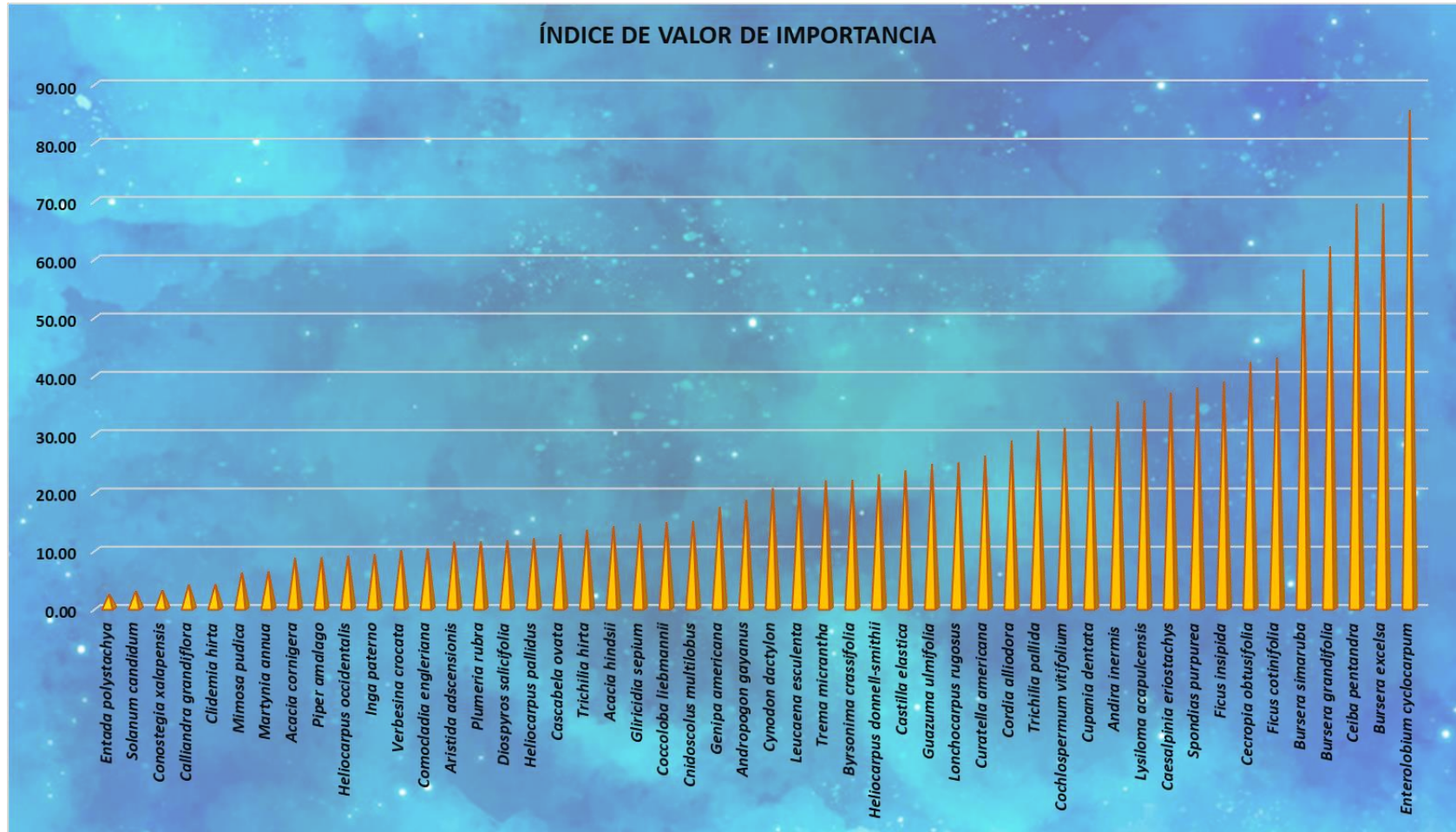
Fuente: SECIRA, 2021.

Gráfica IV. 1. Gráfica de la Estructura Vertical del Sistema Ambiental Regional



Fuente: SECIRA, 2021.

Gráfica IV. 2. Índice de Valor de Importancia del Sistema Ambiental Regional



Fuente: SECIRA, 2021.

## ANÁLISIS POR TIPO DE VEGETACIÓN.

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

### Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Mediana Subcaducifolia.

En este tipo de vegetación se encontró una riqueza de 680 individuos pertenecientes a 30 especies, 27 géneros y 16 familias. En cuanto a la estructura vertical se tiene que *Cecropia obtusifolia* con 14.7 metros es el que ocupa la primera posición en este sentido, seguido de *Bursera grandifolia* con 13.5 metros y *Bursera excelsa* con 13.4 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 0.91, 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 2.87 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 0.84, 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 más alto lo presenta *Cnidocolus multilobus* con 25.99, *Cecropia obtusifolia* con 20.85 y *Bursera excelsa* con 16.74, las especies anteriores son colonizadoras típicas de sucesión secundaria, la primera de ella es un arbusto pionero abundante en el trópico húmedo.

Tabla IV. 41. Estimación del Valor de Importancia de la Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Mediana Subcaducifolia

Familia	Especie	Nombre común	Frecuencia	FB	NOM-059-SEMARNAT	No. sitios	Área basal	Dominancia absoluta	Densidad absoluta	Frecuencia absoluta	Dominancia relativa	Densidad relativa	Frecuencia relativa	IVI
Fabaceae	<i>Acacia cornigera</i>	Cornezuelo	62	Ar	Sin status	3	95.03	0.0013	0.0912	0.0545	0.1317	9.1176	5.4545	14.70
Fabaceae	<i>Acacia hindsii</i>	Carretadera	10	A	Sin status	2	1320.26	0.0183	0.0147	0.0364	1.8303	1.4706	3.6364	6.94
Fabaceae	<i>Andira inermis</i>	Tololote	27	A	Sin status	4	3421.20	0.0474	0.0397	0.0727	4.7429	3.9706	7.2727	15.99
Poaceae	<i>Andropogon gayanus</i>	Pasto llanero	32	H	Sin status	1	490.88	0.0068	0.0471	0.0182	0.6805	4.7059	1.8182	7.20
Poaceae	<i>Aristida adscensionis</i>	Zacate tres barbas	72	H	Sin status	2	452.39	0.0063	0.1059	0.0364	0.6272	10.5882	3.6364	14.85
Burseraceae	<i>Bursera excelsa</i>	Mulato	18	A	Sin status	2	7542.98	0.1046	0.0265	0.0364	10.4570	2.6471	3.6364	16.74
Burseraceae	<i>Bursera grandifolia</i>	Brea	5	A	Sin status	1	7088.24	0.0983	0.0074	0.0182	9.8266	0.7353	1.8182	12.38
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Palo mulato	9	A	Sin status	1	5944.69	0.0824	0.0132	0.0182	8.2412	1.3235	1.8182	11.38
Fabaceae	<i>Caesalpinia eriostachys</i>	Hediondilla	14	A	Sin status	2	3959.20	0.0549	0.0206	0.0364	5.4887	2.0588	3.6364	11.18
Fabaceae	<i>Calliandra grandiflora</i>	Cabellos de Angel	12	Ar	Sin status	1	254.47	0.0035	0.0176	0.0182	0.3528	1.7647	1.8182	3.94
Moraceae	<i>Castilla elastica</i>	Árbol de hule	7	A	Sin status	2	2463.01	0.0341	0.0103	0.0364	3.4145	1.0294	3.6364	8.08
Urticaceae	<i>Cecropia obtusifolia</i>	Guarumbo	55	A	Sin status	4	3959.20	0.0549	0.0809	0.0727	5.4887	8.0882	7.2727	20.85
Malvaceae	<i>Ceiba pentandra</i>	Ceiba	4	A	Sin status	2	7697.71	0.1067	0.0059	0.0364	10.6715	0.5882	3.6364	14.90
Melastomataceae	<i>Clidemia hirta</i>	Jaboncillo	21	Ar	Sin status	1	176.72	0.0024	0.0309	0.0182	0.2450	3.0882	1.8182	5.15
Euphorbiaceae	<i>Cnidocolus multilobus</i>	Chaya de monte	126	Ar	Sin status	4	132.73	0.0018	0.1853	0.0727	0.1840	18.5294	7.2727	25.99
Polygonaceae	<i>Coccoloba liebmanni</i>	Uva silvestre	2	A	Sin status	1	1590.44	0.0220	0.0029	0.0182	2.2048	0.2941	1.8182	4.32
Bixaceae	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Cucharillo	9	A	Sin status	1	3421.20	0.0474	0.0132	0.0182	4.7429	1.3235	1.8182	7.88
Melastomataceae	<i>Conostegia xalapensis</i>	Capulin de monte	8	H	Sin status	1	176.72	0.0024	0.0118	0.0182	0.2450	1.1765	1.8182	3.24
Sapindaceae	<i>Cupania dentata</i>	Huanchal	10	A	Sin status	2	3318.32	0.0460	0.0147	0.0364	4.6002	1.4706	3.6364	9.71
Ebenaceae	<i>Diospyros salicifolia</i>	Chocoyito	6	A	Sin status	1	1194.59	0.0166	0.0088	0.0182	1.6561	0.8824	1.8182	4.36
Fabaceae	<i>Entada polystachya</i>	Bejuco prieto	10	Ar	Sin status	1	78.54	0.0011	0.0147	0.0182	0.1089	1.4706	1.8182	3.40
Fabaceae	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Guanacaste	1	A	Sin status	1	9852.06	0.1366	0.0015	0.0182	13.6581	0.1471	1.8182	15.62
Rubiaceae	<i>Genipa americana</i>	Tejoruco	7	A	Sin status	2	1734.95	0.0241	0.0103	0.0364	2.4052	1.0294	3.6364	7.07
Fabaceae	<i>Gliricidia sepium</i>	Cacahuananche	8	A	Sin status	2	1385.45	0.0192	0.0118	0.0364	1.9207	1.1765	3.6364	6.73
Fabaceae	<i>Inga paterno</i>	Vainillo	1	A	Sin status	1	962.12	0.0133	0.0015	0.0182	1.3338	0.1471	1.8182	3.30
Fabaceae	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Matabuey	15	A	Sin status	2	2551.76	0.0354	0.0221	0.0364	3.5376	2.2059	3.6364	9.38
Martyniaceae	<i>Martynia annua</i>	Uña de gavilan	30	H	Sin status	3	113.10	0.0016	0.0441	0.0545	0.1568	4.4118	5.4545	10.02
Fabaceae	<i>Mimosa pudica</i>	Vergonzosa	21	Ar	Sin status	1	415.48	0.0058	0.0309	0.0182	0.5760	3.0882	1.8182	5.48
Solanaceae	<i>Solanum candidum</i>	Tomatillo	13	H	Sin status	1	113.10	0.0016	0.0191	0.0182	0.1568	1.9118	1.8182	3.89
Asteraceae	<i>Verbesina crocata</i>	Capitaneja	65	Ar	Sin status	3	226.98	0.0031	0.0956	0.0545	0.3147	9.5588	5.4545	15.33

Fuente: SECIRA, 2021.

Tabla IV. 42. Relación de índices de Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Mediana Subcaducifolia

Concepto	Resultado
Especies	30
Individuos	680
Dominancia	0.08114
Índice de Simpson	0.9189
Índice de Shannon	2.872
Equitatividad	0.8443

Fuente: SECIRA, 2021.

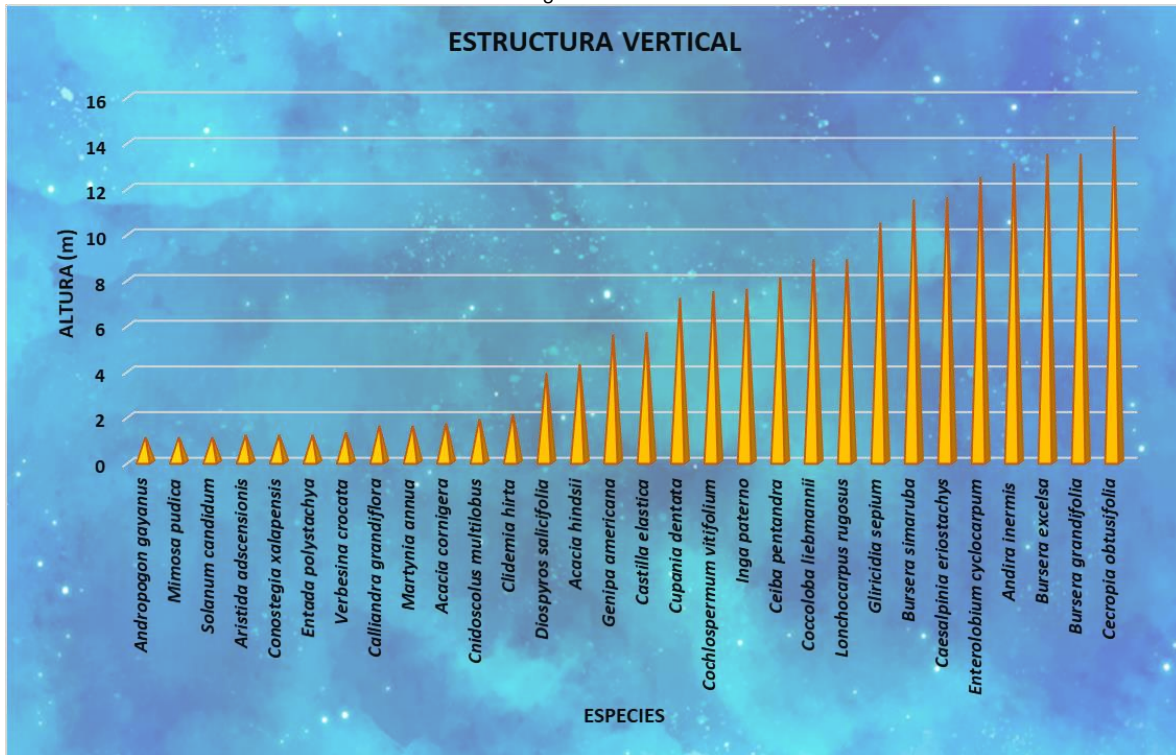


**Tabla IV. 43.** Estructura vertical de la Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Mediana Subcaducifolia

Familia	Especie	Nombre común	Frecuencia	Altura (m)	DAP y /o Longitud (cm)	FB	NOM-059-SEMARNAT
Poaceae	<i>Andropogon gayanus</i>	Pasto llanero	32	1.1	25	H	Sin status
Fabaceae	<i>Mimosa pudica</i>	Vergonzosa	21	1.1	23	Ar	Sin status
Solanaceae	<i>Solanum candidum</i>	Tomatillo	13	1.1	12	H	Sin status
Poaceae	<i>Aristida adscensionis</i>	Zacate tres barbas	72	1.2	24	H	Sin status
Melastomataceae	<i>Conostegia xalapensis</i>	Capulín de monte	8	1.2	15	H	Sin status
Fabaceae	<i>Entada polystachya</i>	Bejuco prieto	10	1.2	10	Ar	Sin status
Asteraceae	<i>Verbesina crocata</i>	Capitaneja	65	1.3	17	Ar	Sin status
Fabaceae	<i>Calliandra grandiflora</i>	Cabellos de Ángel	12	1.6	18	Ar	Sin status
Martyniaceae	<i>Martynia annua</i>	Uña de gavilán	30	1.6	12	H	Sin status
Fabaceae	<i>Acacia cornigera</i>	Cornezuelo	62	1.7	11	Ar	Sin status
Euphorbiaceae	<i>Cnidioscolus multilobus</i>	Chaya de monte	126	1.9	13	Ar	Sin status
Melastomataceae	<i>Clidemia hirta</i>	Jaboncillo	21	2.1	15	Ar	Sin status
Ebenaceae	<i>Diospyros salicifolia</i>	Chocoyito	6	3.9	39	A	Sin status
Fabaceae	<i>Acacia hindsii</i>	Carretadera	10	4.3	41	A	Sin status
Rubiaceae	<i>Genipa americana</i>	Tejoruco	7	5.6	47	A	Sin status
Moraceae	<i>Castilla elastica</i>	Árbol de hule	7	5.7	56	A	Sin status
Sapindaceae	<i>Cupania dentata</i>	Huanchal	10	7.2	65	A	Sin status
Bixaceae	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Cucharillo	9	7.5	66	A	Sin status
Fabaceae	<i>Inga paterno</i>	Vainillo	1	7.6	35	A	Sin status
Malvaceae	<i>Ceiba pentandra</i>	Ceiba	4	8.1	99	A	Sin status
Polygonaceae	<i>Coccoloba liebmannii</i>	Uva silvestre	2	8.9	45	A	Sin status
Fabaceae	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Matabuey	15	8.9	57	A	Sin status
Fabaceae	<i>Gliricidia sepium</i>	Cacahuananche	8	10.5	42	A	Sin status
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Palo mulato	9	11.5	87	A	Sin status
Fabaceae	<i>Caesalpinia eriotachys</i>	Hediondilla	14	11.6	71	A	Sin status
Fabaceae	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Guanacaste	1	12.5	112	A	Sin status
Fabaceae	<i>Andira inermis</i>	Tololote	27	13.1	66	A	Sin status
Burseraceae	<i>Bursera excelsa</i>	Mulato	18	13.5	98	A	Sin status
Burseraceae	<i>Bursera grandifolia</i>	Brea	5	13.5	95	A	Sin status
Urticaceae	<i>Cecropia obtusifolia</i>	Guarumbo	55	14.7	71	A	Sin status

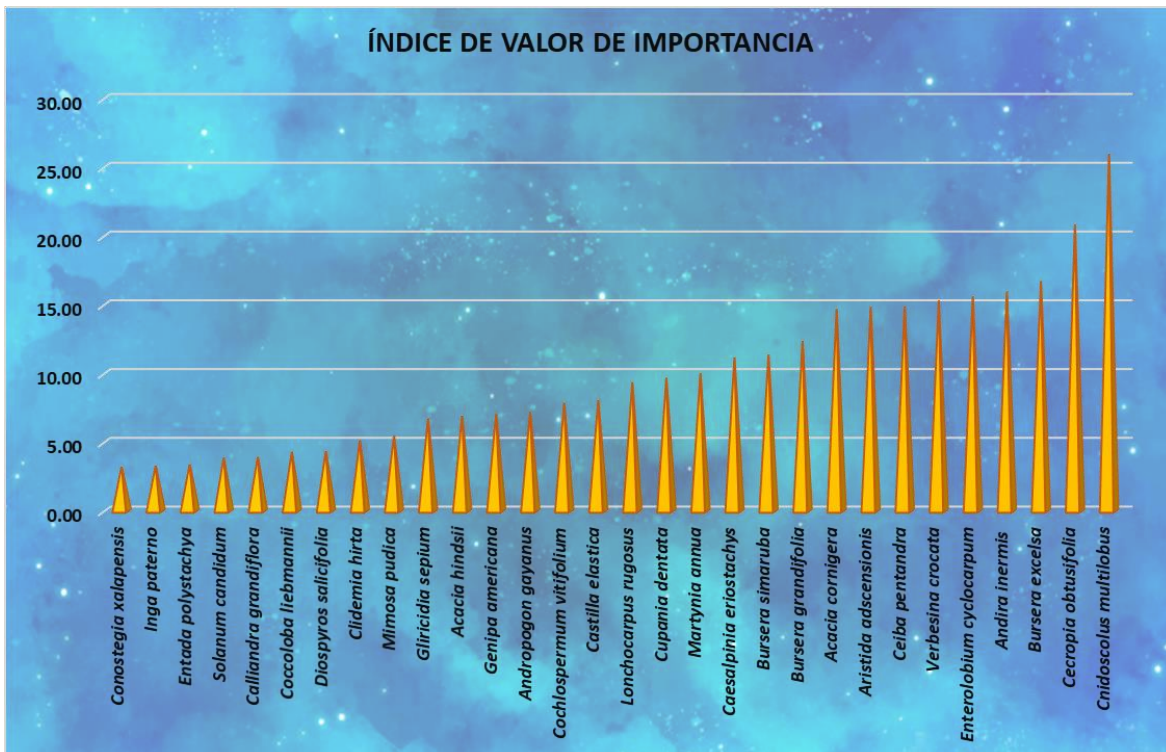
Fuente: SECIRA, 2021.

Gráfica IV. 3. Gráfica de la Estructura Vertical de la Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Mediana Subcaducifolia



Fuente: SECIRA, 2021.

Gráfica IV. 4. Gráfica del Índice de Valor de importancia de la Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Mediana Subcaducifolia



Fuente: SECIRA, 2021.

### **Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia.**

En este tipo de vegetación se encontró una riqueza de 607 individuos pertenecientes a 24 especies, 19 géneros y 13 familias. En cuanto a la estructura vertical se tiene que *Bursera simaruba* con 8.9 metros es el que ocupa la primera posición en este sentido le sigue *Lysiloma acapulcensis* con 8.1 metros y *Bursera excelsa* con 8.0 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 2.42 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 0.76, 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 más alto lo presenta *Bursera simaruba* con 15.64 y *Lysiloma acapulcensis* 13.13, las especies anteriores se establecen con facilidad en los claros del bosque tropical caducifolio.

**Tabla IV. 44.** Estimación del Valor de la Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia.

Familia	Especie	Nombre común	Frecuencia	FB	NOM-059-SEMARNAT	No. sitios	Área basal	Dominancia absoluta	Densidad absoluta	Frecuencia absoluta	Dominancia relativa	Densidad relativa	Frecuencia relativa	IVI
Poaceae	<i>Andropogon gayanus</i>	Pasto llanero	101	H	Sin status	3	490.88	0.0081	0.1664	0.0714	0.8099	16.6392	7.1429	7.95
Burseraceae	<i>Bursera excelsa</i>	Mulato	5	A	Sin status	1	5026.56	0.0829	0.0082	0.0238	8.2929	0.8237	2.3810	10.67
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Palo mulato	31	A	Sin status	3	5153.01	0.0850	0.0511	0.0714	8.5016	5.1071	7.1429	15.64
Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i>	Nanche	9	A	Sin status	1	2375.84	0.0392	0.0148	0.0238	3.9197	1.4827	2.3810	6.30
Apocynaceae	<i>Cascabela ovata</i>	Huevos de toro	5	A	Sin status	1	1320.26	0.0218	0.0082	0.0238	2.1782	0.8237	2.3810	4.56
Malvaceae	<i>Ceiba pentandra</i>	Ceiba	1	A	Sin status	1	5410.62	0.0893	0.0016	0.0238	8.9266	0.1647	2.3810	11.31
Anacardiaceae	<i>Comocladia engleriana</i>	Cachimbo	62	Ar	Sin status	3	283.53	0.0047	0.1021	0.0714	0.4678	10.2142	7.1429	7.61
Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i>	Anacahuite	3	A	Sin status	1	3217.00	0.0531	0.0049	0.0238	5.3075	0.4942	2.3810	7.69
Dilleniaceae	<i>Curatella americana</i>	Hoja man	10	A	Sin status	2	2733.98	0.0451	0.0165	0.0476	4.5106	1.6474	4.7619	9.27
Poaceae	<i>Cynodon dactylon</i>	Gramma	126	H	Sin status	3	907.92	0.0150	0.2076	0.0714	1.4979	20.7578	7.1429	8.64
Moraceae	<i>Ficus cotinifolia</i>	Amate negro	1	A	Sin status	1	4901.68	0.0809	0.0016	0.0238	8.0869	0.1647	2.3810	10.47
Moraceae	<i>Ficus insipida</i>	Higuera blanca	1	A	Sin status	1	4417.88	0.0729	0.0016	0.0238	7.2887	0.1647	2.3810	9.67
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guazima	15	A	Sin status	1	2642.09	0.0436	0.0247	0.0238	4.3590	2.4712	2.3810	6.74
Malvaceae	<i>Heliocarpus donnell-smithii</i>	Jonote	8	A	Sin status	2	2375.84	0.0392	0.0132	0.0476	3.9197	1.3180	4.7619	8.68
Malvaceae	<i>Heliocarpus occidentalis</i>	Guácima blanca	55	Ar	Sin status	3	201.06	0.0033	0.0906	0.0714	0.3317	9.0610	7.1429	7.47
Malvaceae	<i>Heliocarpus pallidus</i>	Cuauote	101	Ar	Sin status	3	132.73	0.0022	0.1664	0.0714	0.2190	16.6392	7.1429	7.36
Fabaceae	<i>Leucaena esculenta</i>	Guaje verde	2	A	Sin status	1	2290.23	0.0378	0.0033	0.0238	3.7785	0.3295	2.3810	6.16
Fabaceae	<i>Lysiloma acapulcensis</i>	Tepehuaje	19	A	Sin status	3	3631.69	0.0599	0.0313	0.0714	5.9917	3.1301	7.1429	13.13
Piperaceae	<i>Piper amalago</i>	Cordoncillo	6	A	Sin status	1	855.30	0.0141	0.0099	0.0238	1.4111	0.9885	2.3810	3.79
Apocynaceae	<i>Plumeria rubra</i>	Flor de mayo	4	A	Sin status	1	1194.59	0.0197	0.0066	0.0238	1.9709	0.6590	2.3810	4.35
Anacardiaceae	<i>Spondias purpurea</i>	Ciruelo	14	A	Sin status	2	4071.51	0.0672	0.0231	0.0476	6.7173	2.3064	4.7619	11.48
Ulmaceae	<i>Trema micrantha</i>	Capulincillo	8	A	Sin status	1	2375.84	0.0392	0.0132	0.0238	3.9197	1.3180	2.3810	6.30
Meliaceae	<i>Trichilia hirta</i>	Ciruelillo	8	A	Sin status	1	1385.45	0.0229	0.0132	0.0238	2.2857	1.3180	2.3810	4.67
Meliaceae	<i>Trichilia pallida</i>	Palo amargo	12	A	Sin status	2	3217.00	0.0531	0.0198	0.0476	5.3075	1.9769	4.7619	10.07

Fuente: SECIRA, 2021.

**Tabla IV. 45.** Relación de índices de la Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia.

Concepto	Resultado
Especies	24
Individuos	607
Dominancia	0.1236
Índice de Simpson	0.8764
Índice de Shannon	2.426
Equitatividad	0.7633

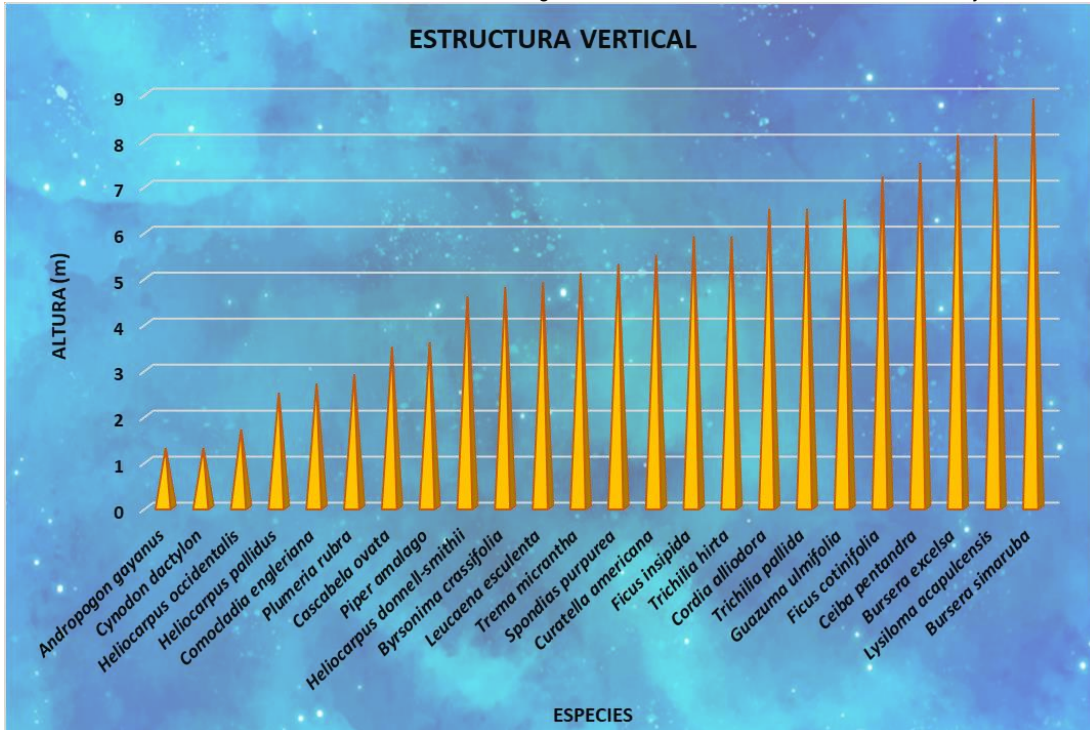
Fuente: SECIRA, 2021.

**Tabla IV. 46.** Estructura vertical de la Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia.

Familia	Especie	Nombre común	Frecuencia	Altura (m)	DAP y /o Longitud (cm)	FB	NOM-059-SEMARNAT
Poaceae	<i>Andropogon gayanus</i>	Pasto llanero	101	1.3	25	H	Sin status
Poaceae	<i>Cynodon dactylon</i>	Gramma	126	1.3	34	H	Sin status
Malvaceae	<i>Heliocarpus occidentalis</i>	Guácima blanca	55	1.7	16	Ar	Sin status
Malvaceae	<i>Heliocarpus pallidus</i>	Cuautote	101	2.5	13	Ar	Sin status
Anacardiaceae	<i>Comocladia engleriana</i>	Cachimbo	62	2.7	19	Ar	Sin status
Apocynaceae	<i>Plumeria rubra</i>	Flor de mayo	4	2.9	39	A	Sin status
Apocynaceae	<i>Cascabela ovata</i>	Huevos de toro	5	3.5	41	A	Sin status
Piperaceae	<i>Piper amalago</i>	Cordoncillo	6	3.6	33	A	Sin status
Malvaceae	<i>Heliocarpus donnell-smithii</i>	Jonote	8	4.6	55	A	Sin status
Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i>	Nanche	9	4.8	55	A	Sin status
Fabaceae	<i>Leucaena esculenta</i>	Guaje verde	2	4.9	54	A	Sin status
Ulmaceae	<i>Trema micrantha</i>	Capulincillo	8	5.1	55	A	Sin status
Anacardiaceae	<i>Spondias purpurea</i>	Ciruelo	14	5.3	72	A	Sin status
Dilleniaceae	<i>Curatella americana</i>	Hoja man	10	5.5	59	A	Sin status
Moraceae	<i>Ficus insipida</i>	Higuera blanca	1	5.9	75	A	Sin status
Meliaceae	<i>Trichilia hirta</i>	Ciruelillo	8	5.9	42	A	Sin status
Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i>	Anacahuite	3	6.5	64	A	Sin status
Meliaceae	<i>Trichilia pallida</i>	Palo amargo	12	6.5	64	A	Sin status
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guazima	15	6.7	58	A	Sin status
Moraceae	<i>Ficus cotinifolia</i>	Amate negro	1	7.2	79	A	Sin status
Malvaceae	<i>Ceiba pentandra</i>	Ceiba	1	7.5	83	A	Sin status
Burseraceae	<i>Bursera excelsa</i>	Mulato	5	8.1	80	A	Sin status
Fabaceae	<i>Lysiloma acapulcensis</i>	Tepehuaje	19	8.1	68	A	Sin status
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Palo mulato	31	8.9	81	A	Sin status

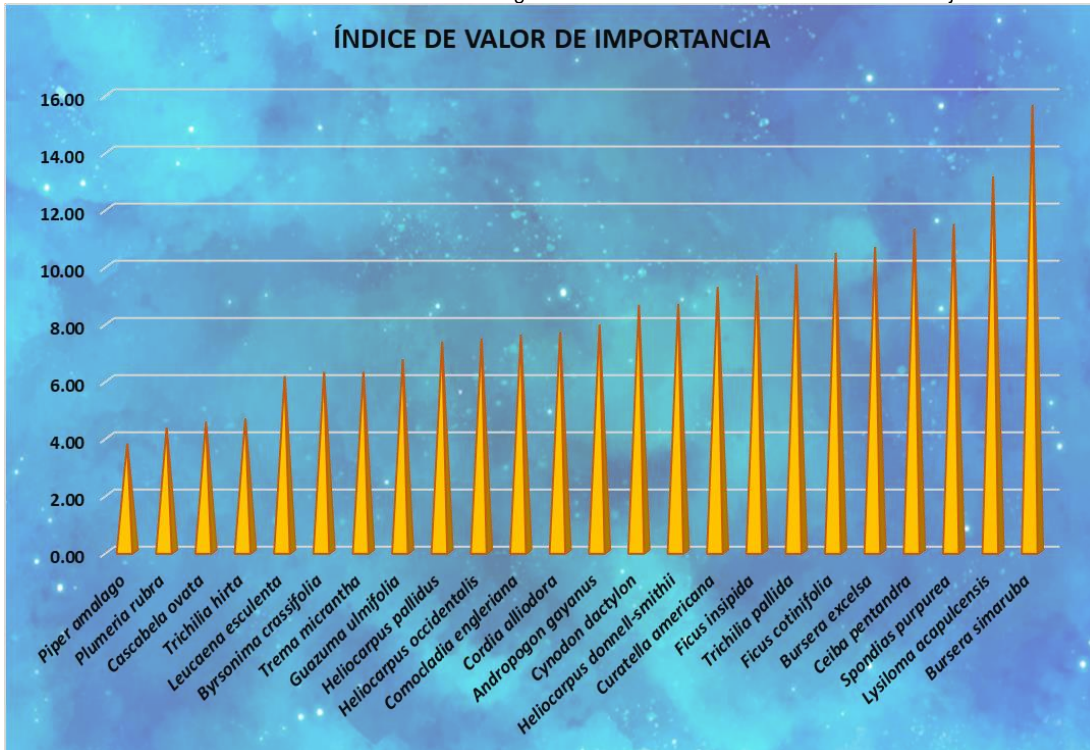
Fuente: SECIRA, 2021.

Gráfica IV. 5. Gráfica de la Estructura Vertical de la Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia.



Fuente: SECIRA, 2021.

Gráfica IV. 6. Gráfica del Índice de Valor de la Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia.



Fuente: SECIRA, 2021.

A continuación, se muestran las condiciones ambientales en las que se encuentra la zona del proyecto:

**Imagen IV. 61.** Condiciones ambientales en las que se encuentra la zona del proyecto.



En el SAR del proyecto existe dominancia de *Cecropia obtusifolia*, esta coloniza rápidamente en áreas desmontadas y perturbadas, esta se observó en la parte de Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Mediana Subcaducifolia del proyecto.



En la imagen se observan individuos *Heliocarpus donnell-smithii* y la cual domina en el sitio del proyecto.



En común encontrar cercos vivos de *Trichilia hirta*, en las proximidades del proyecto.



*Gliricidia sepium* es una especie de multipropósito y que se encontró a lo largo del proyecto en cuestión como cerco vivo.



*Bursera excelsa* se encontró de manera frecuente como elemento de postiería.



En la fotografía se muestran individuos de *Comocladia engleriana* se observaron principalmente en la parte de Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia donde se encuentra el proyecto.



*Byrsonima crassifolia* son especies empleadas para dividir predios agrícolas y también aprovechan su fruto comestible.





*Cnidioscolus multilobus* es un arbusto pionero abundante en el trópico húmedo y que se observó de manera recurrente en el SAR.



Se encontraron en la zona de transición dentro del SAR, individuos de *Cochlospermum vitifolium*.



*Curatella americana* y *Trema micrantha* fue recurrente observarlas en las proximidades al proyecto *Trema micrantha*.



*Andropogon gayanus* se encontró de manera recurrente en la parte de Pastizal del proyecto, otra especie fue *Martynia annua* la cual es una planta ruderal, habita zonas de clima caluroso y más o menos húmedo, y preferentemente ambientes perturbados.



*Entada polystachya* y *Clidemia hirta* fue recurrente observarlas en las proximidades al proyecto y en el SAR.



*Cordia alliodora* se encontró de manera recurrente en la parte de Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Mediana Subcaducifolia del SAR.



*Trichilia pallida* y *Lonchocarpus rugosus* contaron con buena presencia en la zona de transición entre la Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Mediana Subcaducifolia y Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia .



*Acacia cornigera* y *Acacia hindsii* son de las especies espinosas con mayor distribución dentro del SAR.

Fuente: SECIRA, 2021.

Con la evidencia fotográfica descrita anteriormente es factible considerar el desarrollo del proyecto, lo anterior en función de que se trata del mejoramiento de un camino existente, así mismo el proyecto contempla la menor afectación posible de la zona con la apertura mínima requerida dentro de la Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Mediana Subcaducifolia, Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia y el Pastizal Cultivado para garantizar la seguridad de los usuarios, así mismo, es importante mencionar que el Sistema Ambiental Regional ha sido modificada en gran medida, toda vez que existe un incremento en la demanda se suelo urbano y urbanizable, así como en la infraestructura y equipamiento de todo tipo.

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

Motivo por la inclusión del proyecto existirá remoción de individuos vegetales, el acumulado de los mismos, así como el mapa de la superficie de afectación se muestran a continuación.

**Tabla IV. 47.** Acumulado de especies de flora que serán sujetos a remoción en el Km 0+000 al km 1+000.

Cadenamientos (Km)	Superficie de Vegetación para remover (Ha)	Tipo de Vegetación	Nombre científico	No. De Individuos a remover	Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010
0+000 al 1+000	0.63	Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Mediana Subcaducifolia	<i>Cecropia obtusifolia</i>	3	Sin status
			<i>Bursera excelsa</i>	9	Sin status
			<i>Comocladia engleriana</i>	6	Sin status
			<i>Gliricidia sepium</i>	12	Sin status
			<i>Verbesina crocata</i>	8	Sin status
			<i>Spondias purpurea</i>	5	Sin status
			<b>Total</b>	<b>43</b>	

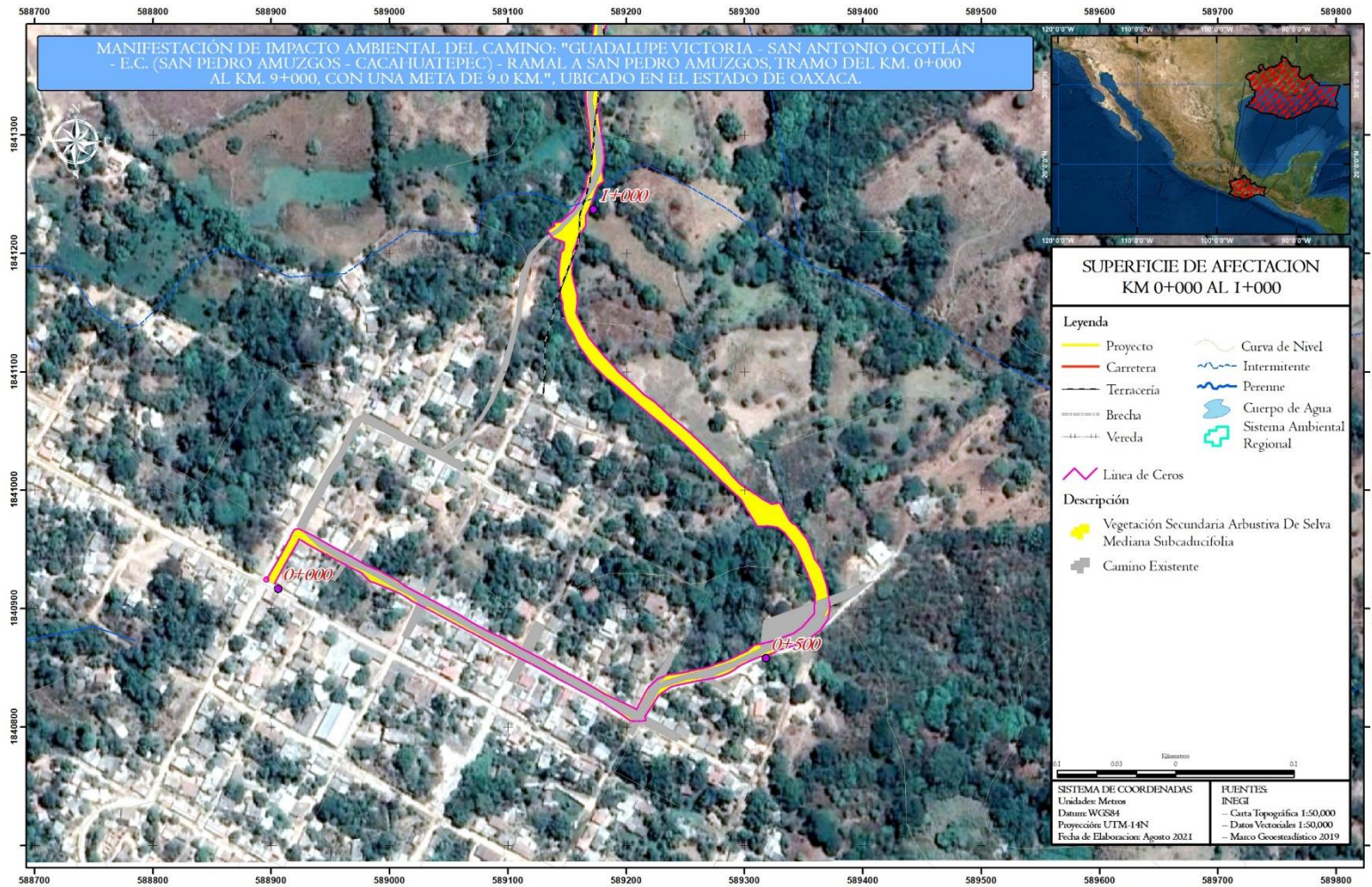
Fuente: SECIRA, 2021.

**Tabla IV. 48.** Total, de especies de flora que serán sujetos a remoción del Km 0+000 al km 1+000.

Estrato	Número de organismos
<b>Total</b>	<b>43</b>

Fuente: SECIRA, 2021.

Imagen IV. 62. Localización de la afectación del proyecto del km 0+000 al 1+000.



Fuente: SECIRA, 2021.

**Tabla IV. 49.** Acumulado de especies de flora que serán sujetos a remoción en el Km 1+000 al km 2+000.

Cadenamientos (Km)	Superficie de Vegetación para remover (Ha)	Tipo de Vegetación	Nombre científico	No. De Individuos a remover	Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010
1+000 al 2+000	0.66	Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Mediana Subcaducifolia	<i>Acacia cornigera</i>	8	Sin status
			<i>Bursera excelsa</i>	5	Sin status
			<i>Trichilia hirta</i>	7	Sin status
			<i>Byrsonima crassifolia</i>	12	Sin status
			<i>Entada polystachya</i>	9	Sin status
			<i>Ricinus communis</i>	11	Sin status
			<b>Total</b>	<b>52</b>	

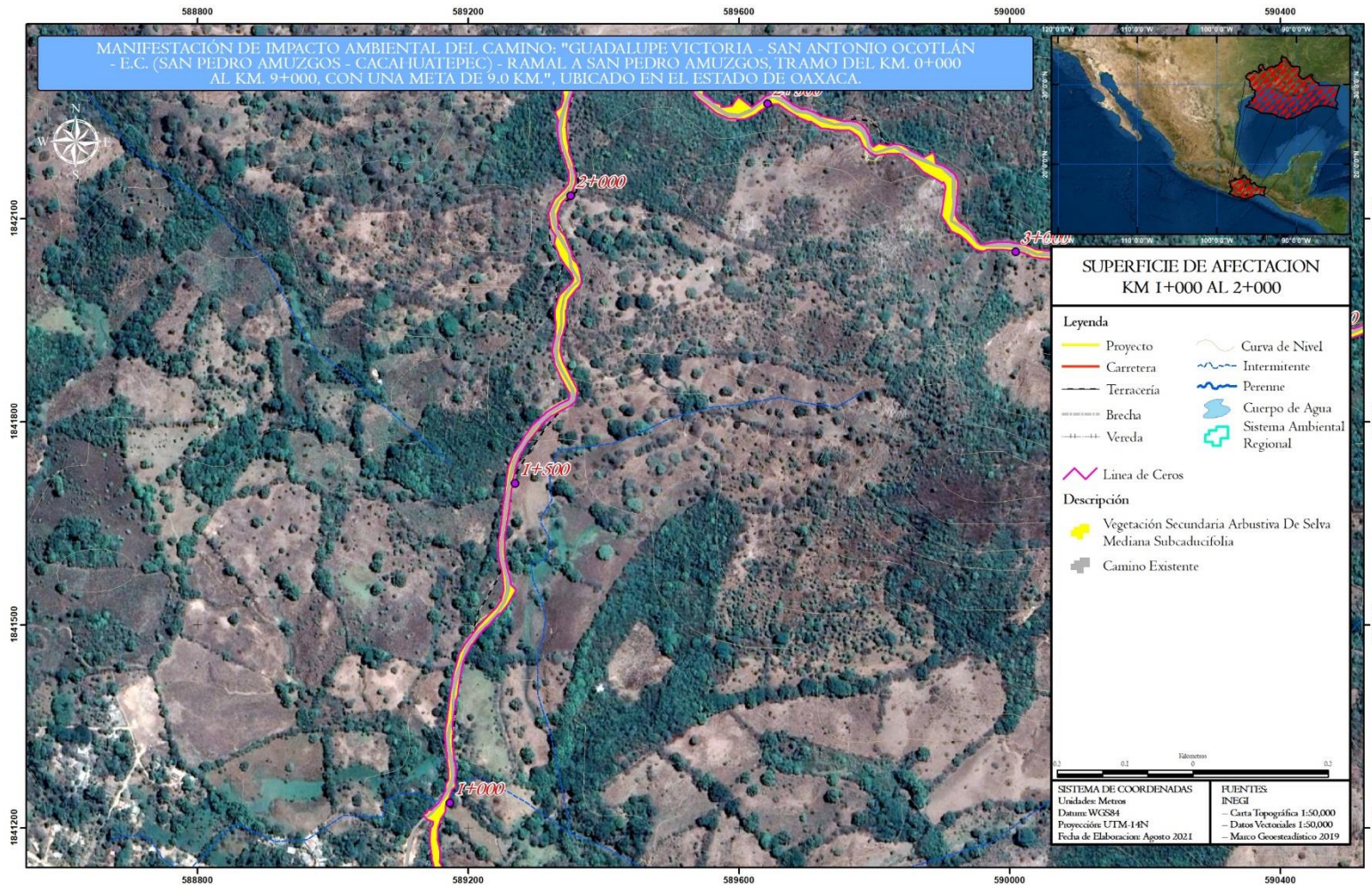
Fuente: SECIRA, 2021.

**Tabla IV. 50.** Total, de especies de flora que serán sujetos a remoción del km 1+000 al 2+000.

Estrato	Número de organismos
<b>Total</b>	<b>52</b>

Fuente: SECIRA, 2021.

Imagen IV. 63. Localización de la afectación del proyecto del km 1+000 al km 2+000.



Fuente: SECIRA, 2021.

**Tabla IV. 51.** Acumulado de especies de flora que serán sujetos a remoción en el Km 2+000 al km 3+000.

Cadenamientos (Km)	Superficie de Vegetación para remover (Ha)	Tipo de Vegetación	Nombre científico	No. De Individuos a remover	Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010
2+000 al 3+000	0.97	Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Mediana Subcaducifolia	<i>Cecropia obtusifolia</i>	15	Sin status
			<i>Acacia cornigera</i>	22	Sin status
			<i>Bursera excelsa</i>	6	Sin status
			<i>Trema micrantha</i>	8	Sin status
			<i>Entada polystachya</i>	18	Sin status
			<i>Curatella americana</i>	6	Sin status
			<b>Total</b>	<b>75</b>	

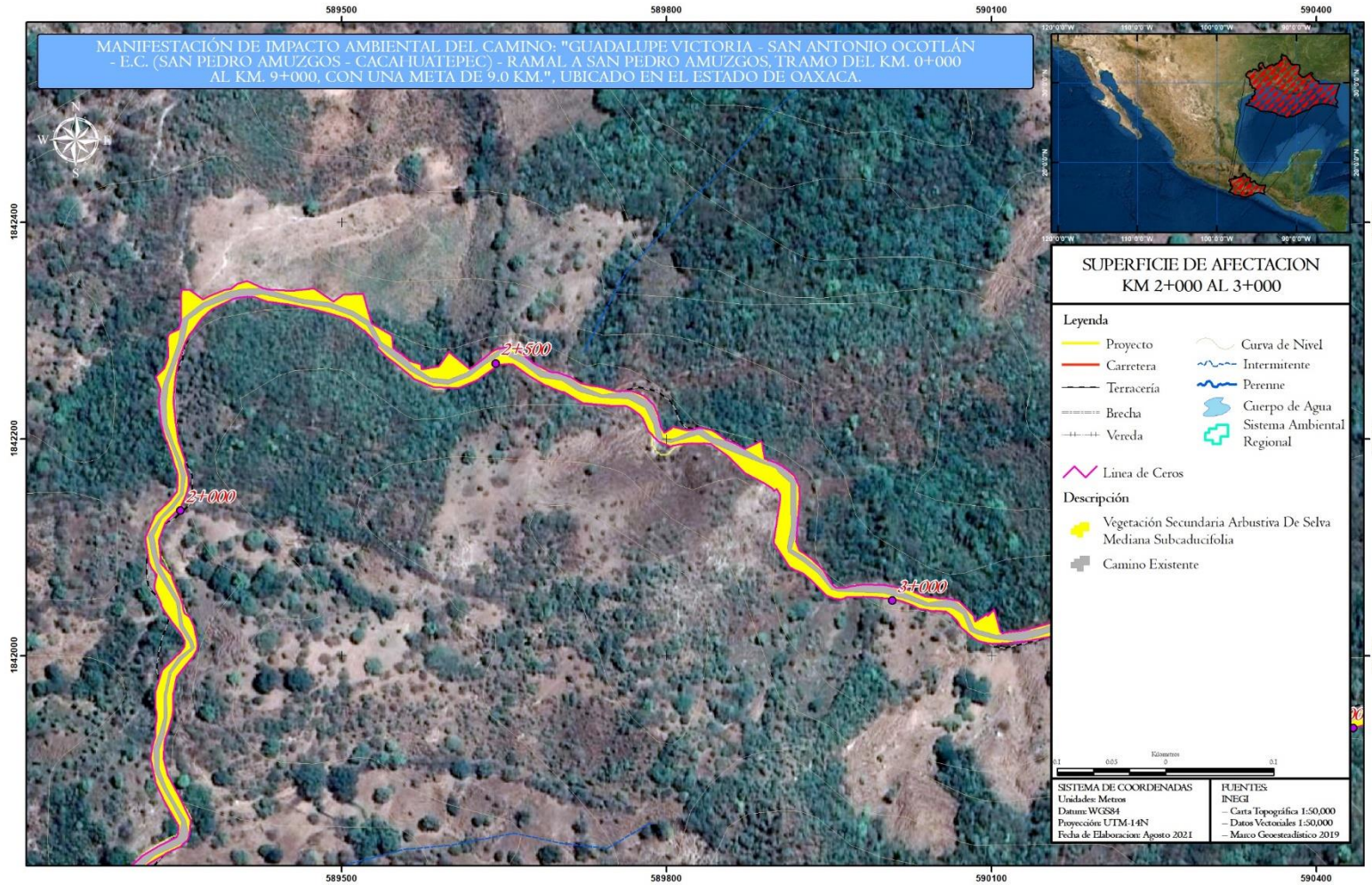
Fuente: SECIRA, 2021.

**Tabla IV. 52.** Total, de especies de flora que serán sujetos a remoción del km 2+000 al km 3+000.

Estrato	Número de organismos
<b>Total</b>	<b>75</b>

Fuente: SECIRA, 2021.

Imagen IV. 64. Localización de la afectación del proyecto del km 2+000 al km 3+000.



Fuente: SECIRA, 2021.



**Tabla IV. 53.** Acumulado de especies de flora que serán sujetos a remoción en el Km 3+000 al km 4+000.

Cadenamientos (Km)	Superficie de Vegetación para remover (Ha)	Tipo de Vegetación	Nombre científico	No. De Individuos a remover	Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010
3+000 al 4+000	0.37	Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia	<i>Cecropia obtusifolia</i>	8	Sin status
	0.49		<i>Trichilia hirta</i>	6	Sin status
		Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Mediana Subcaducifolia	<i>Heliocarpus pallidus</i>	22	Sin status
	<i>Byrsonima crassifolia</i>		5	Sin status	
	<i>Curatella americana</i>		7	Sin status	
	<i>Ricinus communis</i>		11	Sin status	
	<i>Guazuma ulmifolia</i>		6	Sin status	
	<i>Verbesina crocata</i>		4	Sin status	
	<i>Comocladia engleriana</i>		3	Sin status	
	<b>Total</b>		<b>72</b>		

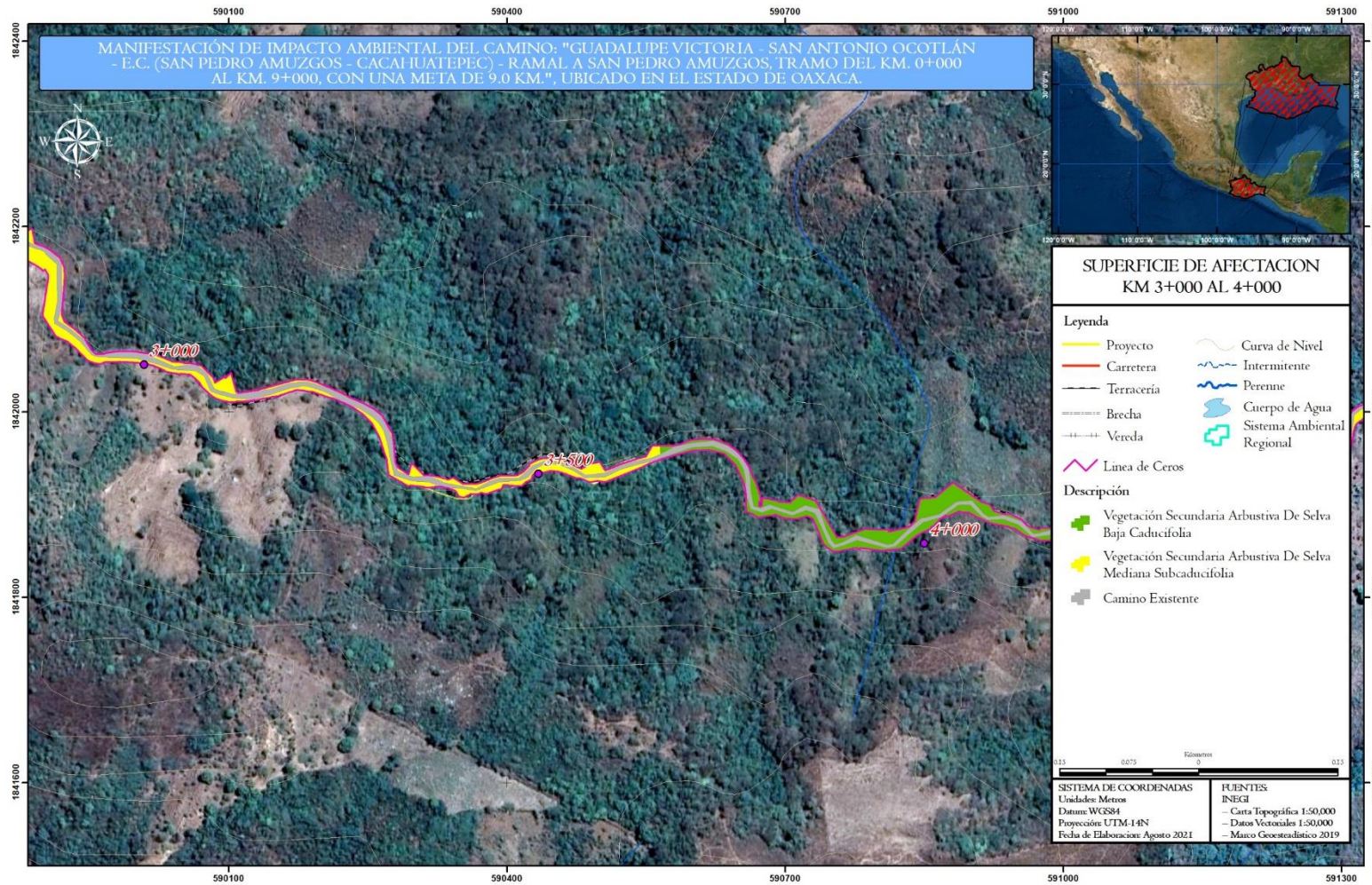
Fuente: SECIRA, 2021.

**Tabla IV. 54.** Total, de especies de flora que serán sujetos a remoción del km 3+000 al km 4+000.

Estrato	Número de organismos
<b>Total</b>	<b>72</b>

Fuente: SECIRA, 2021.

Imagen IV. 65. Localización de la afectación del proyecto del km 3+000 al 4+000.



Fuente: SECIRA, 2021.

**Tabla IV. 55.** Acumulado de especies de flora que serán sujetos a remoción en el km 4+000 al km 5+000.

Cadenamientos (Km)	Superficie de Vegetación para remover (Ha)	Tipo de Vegetación	Nombre científico	No. De Individuos a remover	Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010
4+000 al 5+000	0.68	Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia	Bursera excelsa	8	Sin status
	0.21		Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Mediana Subcaducifolia	Comocladia engleriana	6
		Trichilia hirta		4	Sin status
		Heliocarpus pallidus		12	Sin status
		Byrsonima crassifolia		10	Sin status
		Gliricidia sepium		15	Sin status
		Total		55	

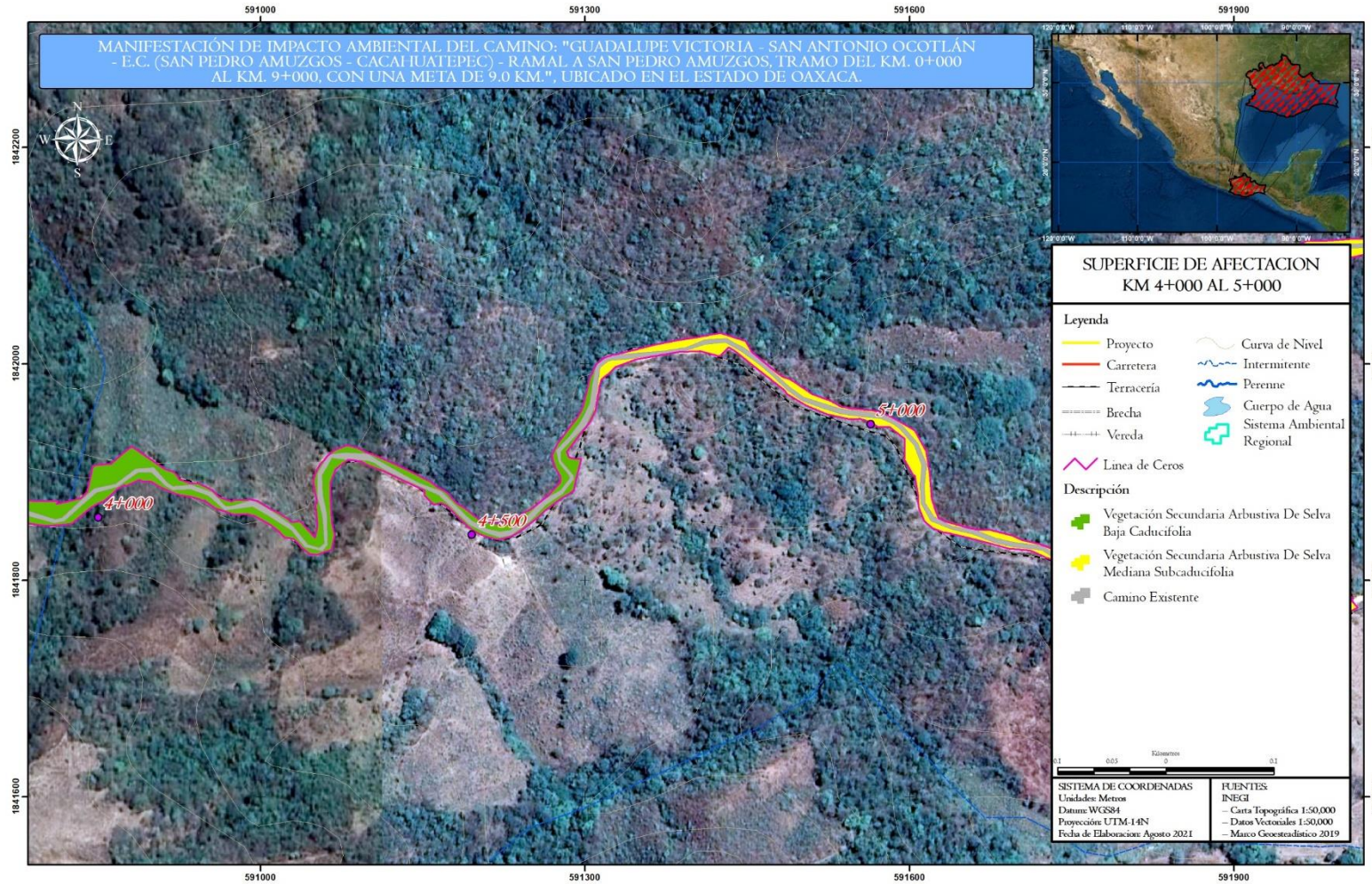
Fuente: SECIRA, 2021.

**Tabla IV. 56.** Total, de especies de flora que serán sujetos a remoción del km 4+000 al km 5+000.

Estrato	Número de organismos
Total	55

Fuente: SECIRA, 2021.

Imagen IV. 66. Localización de la afectación del proyecto del km 4+000 al km 5+000.



Fuente: SECIRA, 2021.

**Tabla IV. 57.** Acumulado de especies de flora que serán sujetos a remoción del Km 5+000 al km 6+000.

Cadenamientos (Km)	Superficie de Vegetación para remover (Ha)	Tipo de Vegetación	Nombre científico	No. De Individuos a remover	Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010
5+000 al 6+000	0.99	Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Mediana Subcaducifolia	<i>Acacia cornigera</i>	25	Sin status
			<i>Bursera excelsa</i>	8	Sin status
			<i>Comocladia engleriana</i>	15	Sin status
			<i>Byrsonima crassifolia</i>	12	Sin status
			<i>Curatella americana</i>	8	Sin status
			<i>Gliricidia sepium</i>	11	Sin status
			Total	79	

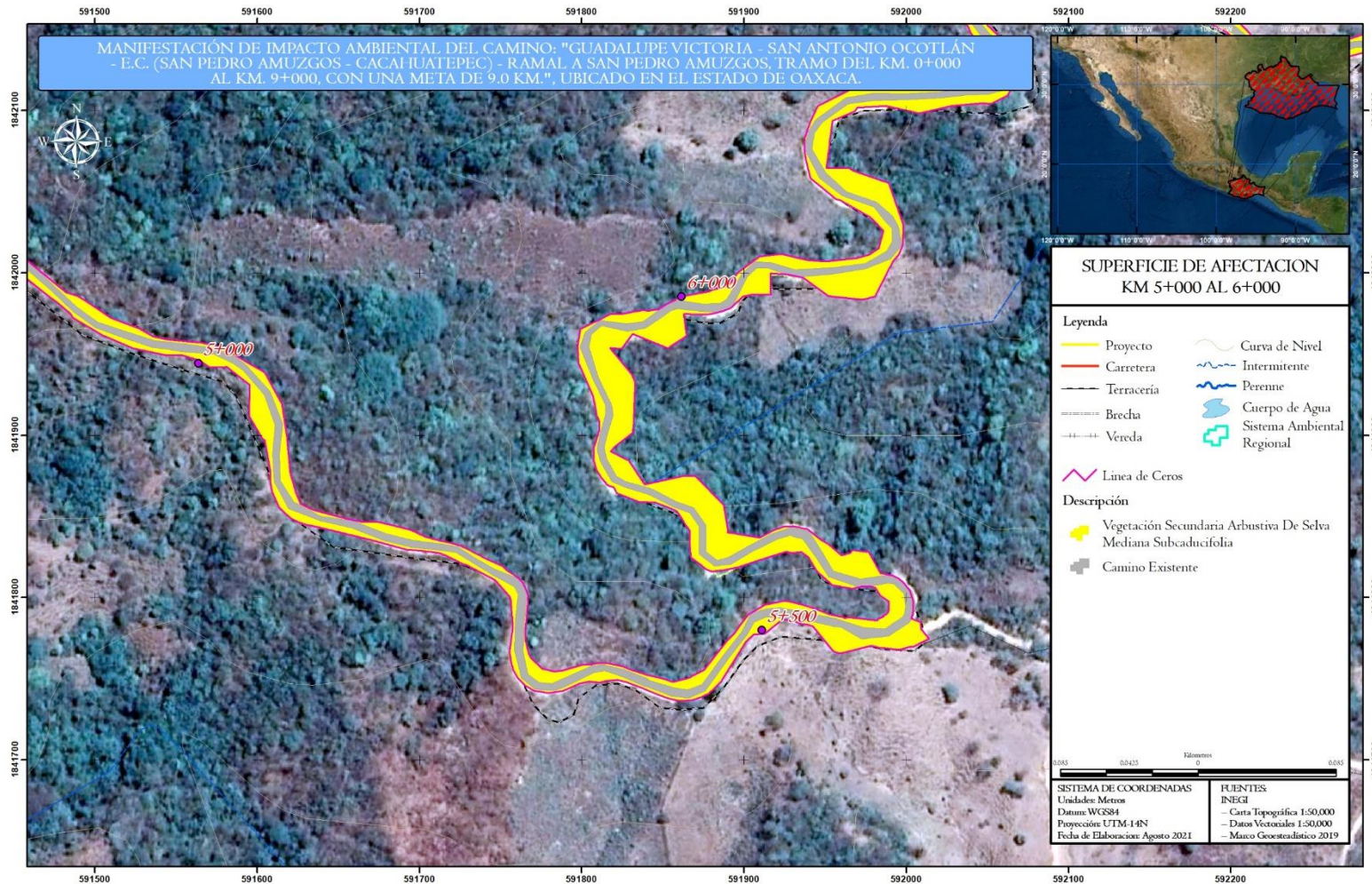
Fuente: SECIRA, 2021.

**Tabla IV. 58.** Total, de especies de flora que serán sujetos a remoción del Km 5+000 al km 6+000.

Estrato	Número de organismos
Total	79

Fuente: SECIRA, 2021.

Imagen IV. 67. Localización de la afectación del proyecto del km 5+000 al km 6+000.



Fuente: SECIRA, 2021

**Tabla IV. 59.** Acumulado de especies de flora que serán sujetos a remoción en el Km 6+000 al km 7+000.

Cadenamientos (Km)	Superficie de Vegetación para remover (Ha)	Tipo de Vegetación	Nombre científico	No. De Individuos a remover	Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010
6+000 al 7+000	0.09	Pastizal Cultivado	<i>Acacia cornigera</i>	8	Sin status
	0.71	Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Mediana Subcaducifolia	<i>Byrsonima crassifolia</i>	5	Sin status
			<i>Trichilia hirta</i>	9	Sin status
			<i>Gliricidia sepium</i>	12	Sin status
			<i>Ricinus communis</i>	5	Sin status
			<i>Cochlospermum vitifolium</i>	4	Sin status
			<i>Andira inermis</i>	3	
			<i>Guazuma ulmifolia</i>	10	
			Total	56	

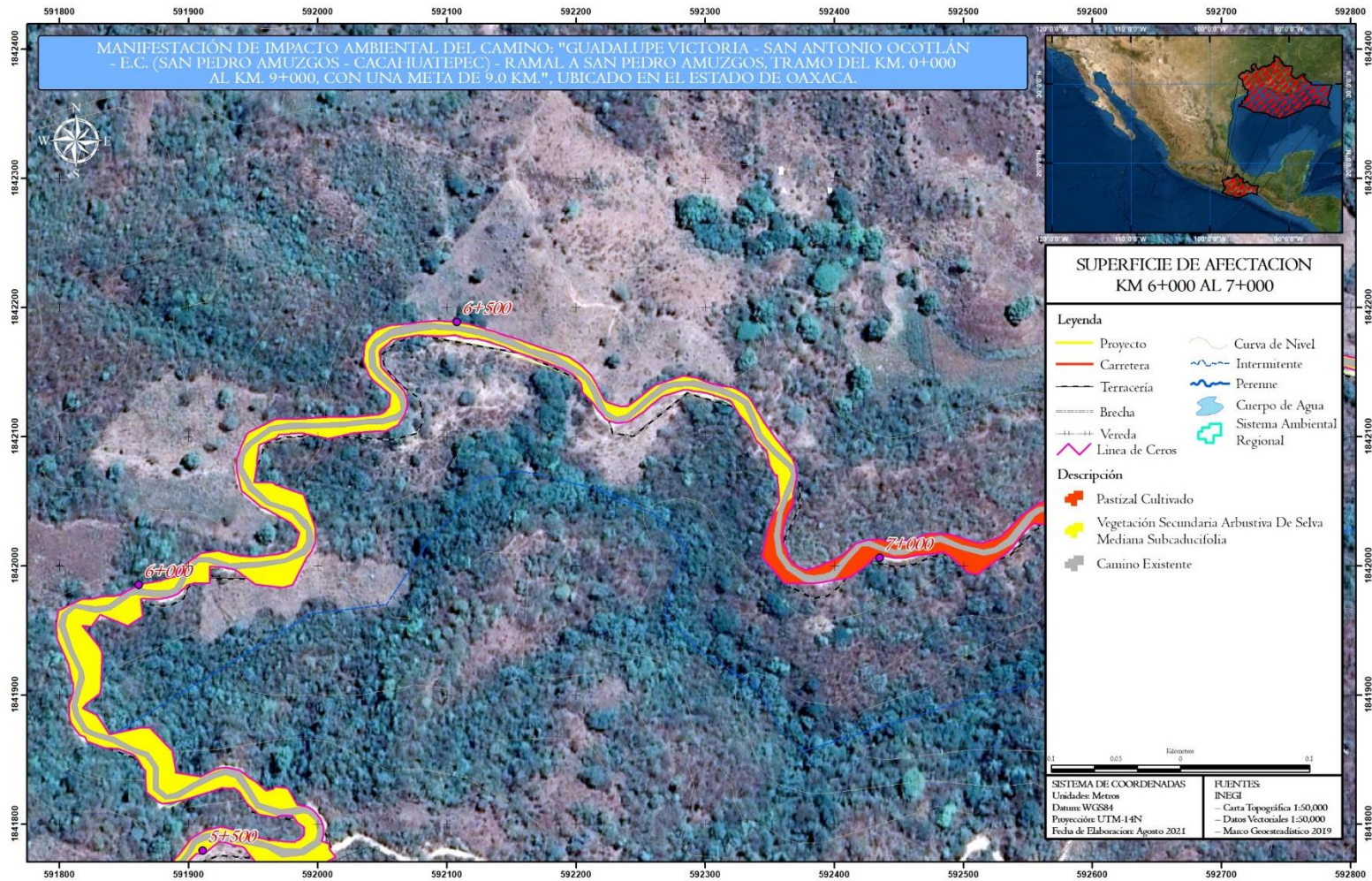
Fuente: SECIRA, 2021.

**Tabla IV. 60.** Total, de especies de flora que serán sujetos a remoción del Km 6+000 al km 7+000.

Estrato	Número de organismos
Total	56

Fuente: SECIRA, 2021

Imagen IV. 68. Localización de la afectación del proyecto del km 6+000 al km 7+000.





**Tabla IV. 61.** Acumulado de especies de flora que serán sujetos a remoción del Km 7+000 al km 8+000.

Cadenamientos (Km)	Superficie de Vegetación para remover (Ha)	Tipo de Vegetación	Nombre científico	No. De Individuos a remover	Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010
7+000 al 8+000	0.68	Pastizal Cultivado	<i>Cecropia obtusifolia</i>	3	Sin status
	0.17	Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Mediana Subcaducifolia	<i>Trichilia pallida</i>	7	Sin status
			<i>Piper amalago</i>	6	Sin status
			<i>Cupania dentata</i>	2	Sin status
			<i>Coccoloba liebmannii</i>	5	Sin status
			<i>Bursera simaruba</i>	8	Sin status
			<i>Genipa americana</i>	2	Sin status
			<i>Diospyros salicifolia</i>	1	Sin status
			<i>Acacia hindsii</i>	7	Sin status
			Total	41	

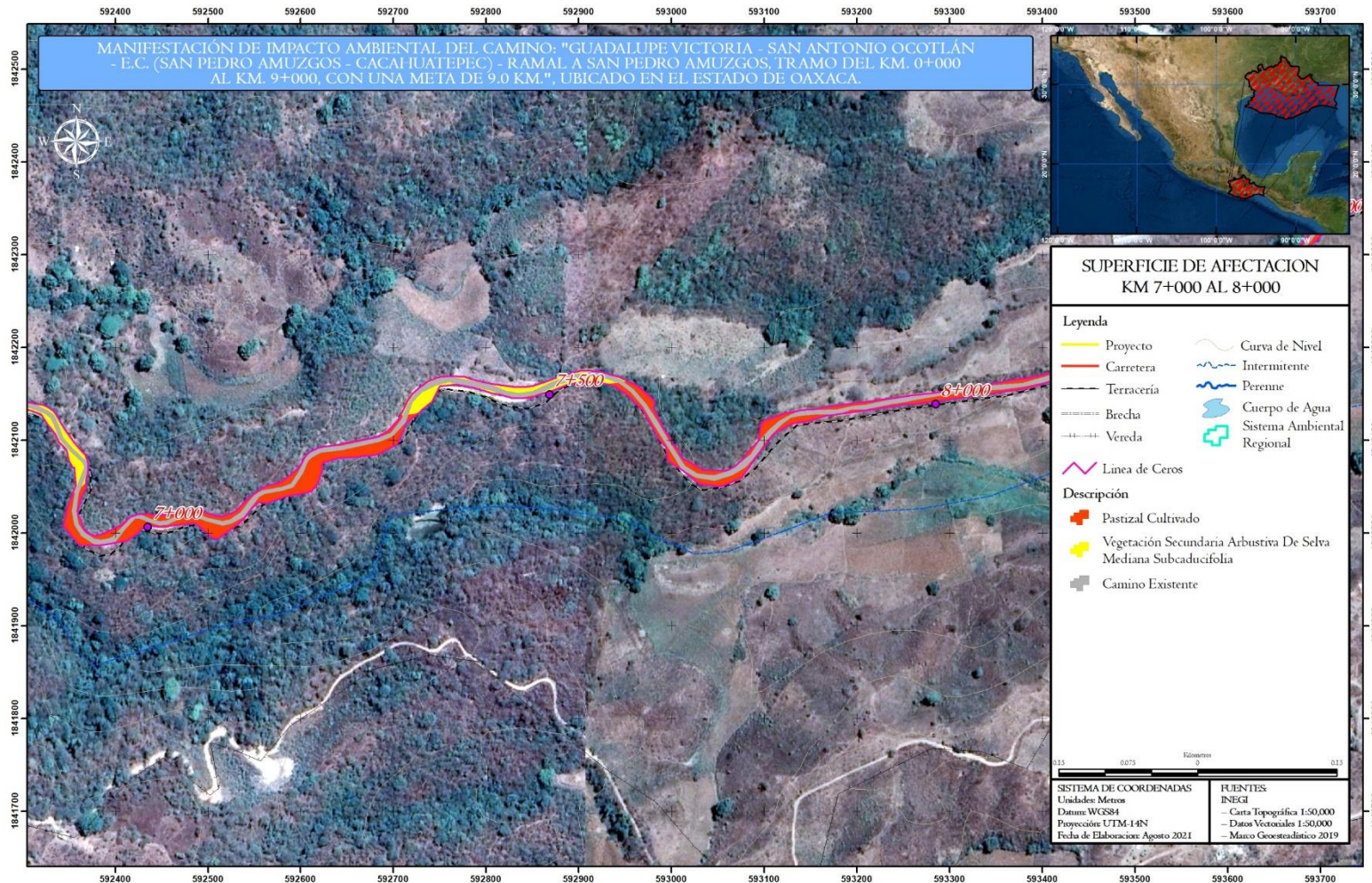
Fuente: SECIRA, 2021.

**Tabla IV. 62.** Total, de especies de flora que serán sujetos a remoción del Km 7+000 al km 8+000

Estrato	Número de organismos
Total	41

Fuente: SECIRA, 2021.

Imagen IV. 69. Localización de la afectación del proyecto del km 7+000 al km 8+000.



Fuente: SECIRA, 2021.

**Tabla IV. 63.** Acumulado de especies de flora que serán sujetos a remoción en el Km 8+000 al km 9+000.

Cadenamientos (Km)	Superficie de Vegetación para remover (Ha)	Tipo de Vegetación	Nombre científico	No. De Individuos a remover	Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010
8+000 al 9+000	0.72	Pastizal	<i>Comocladia</i>	3	Sin status
		Cultivado	<i>engleriana</i>		
			<i>Heliocarpus donnell-smithii</i>	5	Sin status
			<i>Trichilia hirta</i>	12	Sin status
			<i>Gliricidia sepium</i>	8	Sin status
			<i>Trema micrantha</i>	6	Sin status
			<i>Cordia alliodora</i>	4	Sin status
			<i>Bursera excelsa</i>	7	Sin status
		<b>Total</b>	<b>45</b>		

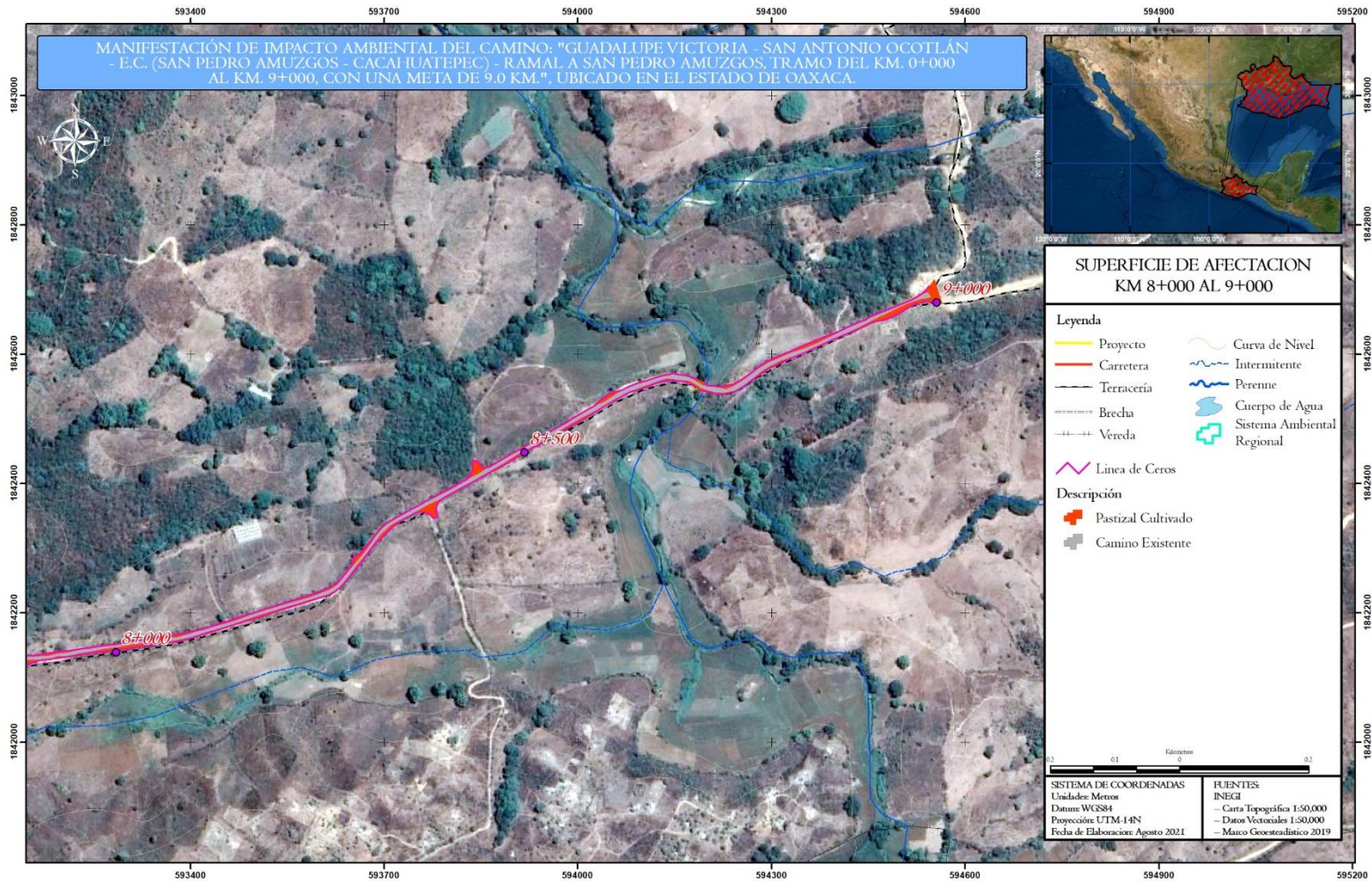
Fuente: SECIRA, 2021.

**Tabla IV. 64.** Total, de especies de flora que serán sujetos a remoción del Km 8+000 al km 9+000

Estrato	Número de organismos
Total	45

Fuente: SECIRA, 2021.

Imagen IV. 70. Localización de la afectación del proyecto del km 8+000 al km 9+000.



Fuente: SECIRA, 2021.

En el trazo del proyecto **MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL CAMINO: "GUADALUPE VICTORIA - SAN ANTONIO OCOTLÁN - E.C. (SAN PEDRO AMUZGOS - CACAHUATEPEC) - RAMAL A SAN PEDRO AMUZGOS, TRAMO DEL KM. 0+000 AL KM. 9+000, CON UNA META DE 9.0 KM.", UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA**, se removerán 518 elementos vegetales.

**Tabla IV. 65.** Número final de especies de flora que serán sujetos a remoción debido al proyecto.

Cadenamientos (Km)	NÚMERO TOTAL DE ORGANISMOS
0+000 al 1+000	43
1+000 al 2+000	52
2+000 al 3+000	75
3+000 al 4+000	72
4+000 al 5+000	55
5+000 al 6+000	79
6+000 al 7+000	56
7+000 al 8+000	41
8+000 al 9+000	45
<b>Total</b>	<b>518</b>

Fuente: SECIRA, 2021.

#### ESTADO DE CONSERVACIÓN Y/O PERTURBACIÓN QUE PRESENTA LA VEGETACIÓN A AFECTAR.

Durante los recorridos en el Sistema Ambiental Regional del proyecto, se encontró observo un alto grado perturbación, principalmente por la deforestación provocada por los apacentamientos humanos ha generado un impacto negativo sobre los recursos naturales del SAR.

#### ESPECIES DE INTERÉS COMERCIAL.

En el área del proyecto, no existe la explotación especies.

#### ESPECIES ENDÉMICAS, RARAS, AMENAZADAS, EN PELIGRO DE EXTINCIÓN O SUJETAS A PROTECCIÓN ESPECIAL.

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.

**Tabla IV. 66.** 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, 2021.

La relación de plantas cuantificadas en el SAR del proyecto permitió determinar que no existen especies registrada con algún estatus dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

**Tabla IV. 67.** Listado general de especies ornamentales y malezas presentes en las proximidades al proyecto.

Familia	Nombre científico	Nombre común	FB	NOM-SEMARNAT-059-2010
Caricaceae	<i>Carica papaya</i>	Papaya	A	Sin status
Araceae	<i>Cocos nucifera</i>	Cocotero	A	Sin status
Fabaceae	<i>Delonix regia</i>	Framboyan	A	Sin status
Euphorbiaceae	<i>Jatropha curcas</i>	Piñon	Ar	Sin status
Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i>	Mango	A	Sin status
Musaceae	<i>Musa paradisiaca</i>	Banano	H	Sin status
Poaceae	<i>Panicum maximum</i>	Zacate guinea	H	Sin status
Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i>	Huiguerilla	Ar	Sin status
Areaceae	<i>Roystonea regia</i>	Palmera real	A	Sin status
Bignoniaceae	<i>Tabebuia rosea</i>	Roble	A	Sin status
Fabaceae	<i>Vachellia farnesiana</i>	Huizache	Ar	Sin status

Fuente: SECIRA, 2021.

**Tabla IV. 68.** Listado general de especies presentes en los muestreos del Sistema Ambiental Regional.

Familia	Nombre científico	Nombre común	FB	NOM-SEMARNAT-059-2010
Fabaceae	<i>Acacia cornigera</i>	Cornezuelo	Ar	Sin status
Fabaceae	<i>Acacia hindsii</i>	Carretadera	A	Sin status
Fabaceae	<i>Andira inermis</i>	Maquila	A	Sin status
Fabaceae	<i>Andira inermis</i>	Tololote	A	Sin status
Poaceae	<i>Andropogon gayanus</i>	Pasto llanero	H	Sin status
Poaceae	<i>Aristida adscensionis</i>	Zacate tres barbas	H	Sin status
Burseraceae	<i>Bursera excelsa</i>	Mulato	A	Sin status
Burseraceae	<i>Bursera grandifolia</i>	Brea	A	Sin status
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Palo mulato	A	Sin status
Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i>	Nanche	A	Sin status
Fabaceae	<i>Caesalpinia eriostachys</i>	Hediondilla	A	Sin status
Fabaceae	<i>Calliandra grandiflora</i>	Cabellos de Angel	Ar	Sin status
Apocynaceae	<i>Cascabela ovata</i>	Huevos de toro	A	Sin status
Moraceae	<i>Castilla elastica</i>	Árbol de hule	A	Sin status
Urticaceae	<i>Cecropia obtusifolia</i>	Guarumbo	A	Sin status
Malvaceae	<i>Ceiba pentandra</i>	Ceiba	A	Sin status
Melastomataceae	<i>Clidemia hirta</i>	Jaboncillo	Ar	Sin status
Euphorbiaceae	<i>Cnidocolus multilobus</i>	Chaya de monte	Ar	Sin status
Polygonaceae	<i>Coccoloba liebmannii</i>	Uva silvestre	A	Sin status
Bixaceae	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Cucharillo	A	Sin status
Anacardiaceae	<i>Comocladia engleriana</i>	Cachimbo	Ar	Sin status
Melastomataceae	<i>Conostegia xalapensis</i>	Capulin de monte	H	Sin status
Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i>	Anacahuite	A	Sin status
Sapindaceae	<i>Cupania dentata</i>	Huanchal	A	Sin status
Sapindaceae	<i>Cupania dentata</i>	Tepesin	A	Sin status
Dilleniaceae	<i>Curatella americana</i>	Hoja man	A	Sin status
Poaceae	<i>Cynodon dactylon</i>	Gramma	H	Sin status
Ebenaceae	<i>Diospyros salicifolia</i>	Chocoyito	A	Sin estatus
Fabaceae	<i>Entada polystachya</i>	Bejuco prieto	Ar	Sin status
Fabaceae	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Guanacaste	A	Sin status
Moraceae	<i>Ficus cotinifolia</i>	Amate negro	A	Sin status
Moraceae	<i>Ficus insipida</i>	Higuera blanca	A	Sin status
Rubiaceae	<i>Genipa americana</i>	Tejoruco	A	Sin estatus
Fabaceae	<i>Gliricidia sepium</i>	Cacahuatanche	A	Sin status
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guazima	A	Sin status
Malvaceae	<i>Heliocarpus donnell-smithii</i>	Jonote	A	Sin status
Malvaceae	<i>Heliocarpus occidentalis</i>	Guácima blanca	Ar	Sin status
Malvaceae	<i>Heliocarpus pallidus</i>	Cuauote	Ar	Sin status
Fabaceae	<i>Inga paterno</i>	Vainillo	A	Sin status

Fabaceae	<i>Leucaena esculenta</i>	Guaje verde	A	Sin status
Fabaceae	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Matabuey	A	Sin status
Fabaceae	<i>Lysiloma acapulcensis</i>	Tepehuaje	A	Sin status
Martyniaceae	<i>Martynia annua</i>	Uña de gavilan	H	Sin status
Fabaceae	<i>Mimosa pudica</i>	Vergonzosa	Ar	Sin status
Piperaceae	<i>Piper amalago</i>	Cordoncillo	A	Sin status
Apocynaceae	<i>Plumeria rubra</i>	Flor de mayo	A	Sin status
Solanaceae	<i>Solanum candidum</i>	Tomatillo	H	Sin status
Anacardiaceae	<i>Spondias purpurea</i>	Ciruelo	A	Sin status
Ulmaceae	<i>Trema micrantha</i>	Capulincillo	A	Sin status
Meliaceae	<i>Trichilia hirta</i>	Ciruelillo	A	Sin status
Meliaceae	<i>Trichilia pallida</i>	Palo amargo	A	Sin status
Asteraceae	<i>Verbesina crocata</i>	Capitaneja	Ar	Sin status

Fuente: SECIRA, 2021.

Con lo anterior se muestra que, debido al desarrollo del proyecto, sólo requerirá la remoción 518 elementos vegetales, cabe señalar que estas especies no se encuentran en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Sin embargo, es importante no afectar la vegetación de manera innecesaria aun y cuando las especies no sean consideradas bajo algún estatus.

#### IV.2.2.2.2. FAUNA

La diversidad biológica de nuestro planeta está conformada por una vasta riqueza. Empieza por los ecosistemas que son las "casas" o los espacios ambientales en los que habita e interactúa la enorme diversidad de animales, plantas, microorganismos y hongos, que son la diversidad biológica que nos resulta más fácil medir y reconocer y, de las cuales, recibimos una gran cantidad de bienes, desde la comida que ingerimos a diario, a las medicinas y a muchos. Otros recursos esenciales para la vida; a esos dos niveles de la diversidad biológica se añade la diversidad genética que todas las especies poseemos y que es esencial para la adaptación de cada especie a su ambiente y a los cambios que esos ambientes experimentan. Los ecosistemas nos proporcionan diversos servicios esenciales para el bienestar de las personas; su pérdida y degradación representan algunos de los principales problemas y retos a enfrentar en los próximos años, tanto en el ámbito global, como en el nacional.

México se encuentra en una zona de transición entre la región Neártica y Neotropical, esto le da al país en sí características muy importantes y particulares en cuanto a diversidad faunística se refiere, estando dentro de los diez países de mayor "megadiversidad".

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. 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.

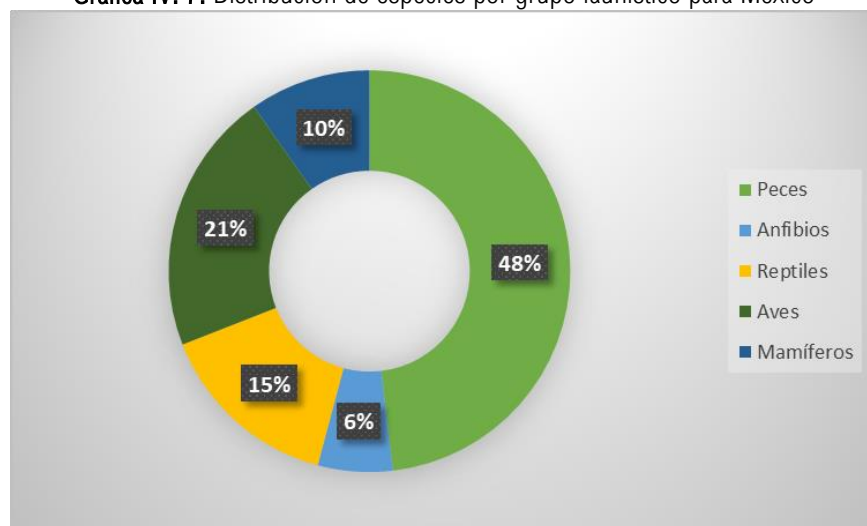
Se han registrado el siguiente número de especies para México como se muestran a continuación:

**Tabla IV. 69.** Número de especies por grupo faunístico para México

Peces	2384
Anfibios	298
Reptiles	738
Aves	1,050
Mamíferos	483

Fuente: SEMARNAT; 2010

**Gráfica IV. 7.** Distribución de especies por grupo faunístico para México



Fuente: Elaboración propia con datos SEMARNAT, 2010

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.

Con el fin de tener una idea aproximada del tipo de fauna que se podría encontrar en el área de estudio se consultaron artículos científicos, libros, compendios, páginas de internet de dependencias oficiales (Plan de desarrollo Municipal), todo lo relacionado con la fauna presente en la región donde se sitúa el proyecto cercana al mismo; esto con el fin de generar un listado de las especies con presencia potencial y poder tener una idea de las medidas o precauciones necesarias sobre ciertas especies que puedan representar un riesgo. Con toda la información recabada se depuraron los listados tomando en cuenta la distribución espacial, así como las condiciones ambientales registradas para las distintas especies. La riqueza natural del país constituye un privilegio enorme y un gran potencial para su desarrollo, significando un gran tesoro para los ciudadanos mexicanos y más aún para el estado oaxaqueño.

Oaxaca es considerado como el estado con mayor biodiversidad del país pues cuenta con ecosistemas que albergan más de 12500 especies de flora y fauna. Aunado a esto, se cuenta con la riqueza cultural de sus pueblos que ha permitido la conservación y transmisión de conocimientos sobre sistemas productivos y vocaciones regionales.

Por lo que el estado contribuye en gran medida a la consolidación de un ensamblaje nacional entre la riqueza de grupos biológicos y la variedad cultural, esto gracias a su ubicación, la formación de relieves intrincados, cuencas, diversidad de climas, especies y ecosistemas, así como un fuerte componente social indígena.

De tal forma que es de gran importancia conocer el estado actual de la diferente composición faunística, que se encuentra en inmediaciones del trazo y el SAR, estos serán influenciados a su comportamiento debido a los cambios



que se presentan en este ecosistema ubicado en los municipios de San Juan Cacahuatepec y San Pedro Amuzgos en el estado de Oaxaca y que se denomina, **"MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL DEL CAMINO: "GUADALUPE VICTORIA - SAN ANTONIO OCOTLÁN - E.C. (SAN PEDRO AMUZGOS - CACAHUATEPEC) - RAMAL A SAN PEDRO AMUZGOS, TRAMO DEL KM. 0+000 AL KM. 9+000, CON UNA META DE 9.0 KM.", UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA."**

Oaxaca es denominado primer lugar a nivel nacional en cuanto a biodiversidad, ya que en el estado se encuentran prácticamente todos los ecosistemas presentes en el territorio mexicano desde matorrales espinosos hasta bosques tropicales; desde manglares y arrecifes de coral hasta bosques nubosos, de pino, encino y oyamel en las montañas más altas.

Debido a esta movilidad y a la similitud florística que existe entre algunas comunidades vegetales, la descripción de la fauna está dividida en dos grandes grupos respecto a los tipos de vegetación predominantes de esta región del proyecto, con especial énfasis en comunidades vegetales que no han sido tan impactadas ya que representan un nicho ecológico único que permite la existencia de algunas especies animales.

Por su parte, el Sistema Ambiental Regional (SAR) del proyecto, se ubica en los municipios de San Juan Cacahuatepec y San Pedro Amuzgos, que a la fecha no cuentan con información precisa y científica de la zona que permita conocer la distribución y abundancia de muchas especies de fauna silvestre en esta área donde se localiza el proyecto, mucho menos en las localidades aledañas de los municipios donde se localiza el SAR, por lo que no existen datos de diversidad basados en abundancia para esta región de México.

Sólo existen datos generales del Plan Municipal de Desarrollo (PMD) de estos municipios; aun cuando el estado de Oaxaca es uno de los estados con mayor riqueza en este rubro, con un territorio situado en el extremo norte de la región neotropical del mundo y cuya topografía eleva el macizo continental a alturas superiores a los 1000msnm, lo que facilita una gran diversidad biótica dentro de lo que se puede considerar como un enclave neártico.

En relación con el sitio del proyecto como ya se mencionó no se tiene reportes específicos de la fauna local existente, sin embargo, durante la construcción de apertura las especies presentes residentes o de migración ocasional buscaran sitios más seguros, al escuchar el ruido al hacer los despalmes y cortes a la vegetación por el proyecto.

## METODOLOGÍA

La caracterización de la fauna se realizó mediante una metodología mixta que consideró lo siguiente:

1. Trabajo de Gabinete
2. Trabajo de Campo
3. Análisis y conclusiones

Para la conformación de la base de datos, se recopiló y cruzó la información de documentos entre los cuales están: programas gubernamentales, estudios ambientales, artículos de difusión. 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 a la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) de la Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO) y para complementar dicha información se realizó una visita de campo al sitio donde se pretende desarrollar el proyecto para la caracterización de la fauna terrestre para obtener registros recientes en el área de estudio, para determinar la diversidad faunística.

Sin embargo, esta última resultó poco productiva toda vez que se tratan de áreas con constante actividad antropogénica (agricultura y camino de terracería existente), lo cual hace que la fauna silvestre huya hacia los sitios que presentan mejores coberturas de vegetación y menor presión humana.

1. **Trabajo de Gabinete.** 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.

Cabe mencionar que para la zona del proyecto y el SAR, a la fecha no se cuenta con información puntual y precisa, que permita conocer la distribución y abundancia de muchas especies de fauna silvestre, por lo que no existen datos de diversidad basados en abundancia para esta región de México.

En este contexto, la distribución de los organismos en el espacio se encuentra en función de los factores abióticos y los tipos de vegetación debido quizás a su menor complejidad estructural ya que el área presenta sitios fragmentados de vegetación o ausente para algunas especies, de tal manera que la diversidad en áreas que cambian de cobertura y condiciones climáticas es baja y decrece conforme se incrementa el impacto de la fauna silvestre.

Se consideró la consulta de otras fuentes de información como lo fueron los programas de ordenamiento ecológico estatal y los planes de desarrollo municipal. Así como en documentos especializados del tema de biodiversidad y la fauna potencial de la zona del proyecto. Es de importancia mencionar que los estatus de la NOM-SEMARNAT-059-2010 son los siguientes: A: Amenazada; E: Extinta; P: En Peligro de extinción y Pr: Sujetas a Protección, cabe señalar que dadas las condiciones ambientales que prevalecen en el área del proyecto, la ocurrencia de las especies mencionadas a continuación es mínima, sin embargo, se presentan como un marco de referencia bibliográfico.

Por lo que es de suma importancia conocer las especies probables que se localizasen en el área del proyecto denominado **"MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL DEL CAMINO: "GUADALUPE VICTORIA - SAN ANTONIO OCOTLÁN - E.C. (SAN PEDRO AMUZGOS - CACAHUATEPEC) - RAMAL A SAN PEDRO AMUZGOS, TRAMO DEL KM. 0+000 AL KM. 9+000, CON UNA META DE 9.0 KM.", UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA."** De tal forma que es de gran importancia conocer el estado actual de los diversos grupos de fauna que se puedan albergar en la zona del mencionado proyecto.

Entre las publicaciones más importantes para la fauna del estado de Oaxaca se encuentran Biodiversidad de Oaxaca por la UNAM (2004), Anfibios y reptiles de Oaxaca. Lista, distribución y conservación de Casas Andreu *et al.* (1996), los mamíferos de Oaxaca por Santos Moreno (2007), Aves de Navarro *et al.* (2004) entre otros.

Oaxaca ocupa un lugar privilegiado en el contexto de la diversidad de México y Centroamérica, ya que está enclavada en una región geográficamente compleja, con alta diversidad de climas, tipos de vegetación y geología. Más aún, es la región de Mesoamérica con mayor riqueza biológica en diferentes grupos taxonómicos de flora y fauna (Flores y Gerez, 1994; Challenger, 1998; Ramamoorthy *et al.*, 1998).

Con respecto a los vertebrados existen en el Estado de Oaxaca, reportes de 1654 especies (IEEDS-SEMARNAT, 2014). El grupo de las aves es el más representativo y diverso con 736 de ellas (Navarro *et al.*, 2014). Le siguen en importancia los reptiles con 262 (Flores-Villela y García-Vázquez, 2014), mamíferos con 199 (Sánchez-Cordero *et al.*, 2014), anfibios con 140 (Parra-Olea *et al.*, 2014) y peces con 275 especies (IEEDS-SEMARNAT, 2014; Martínez Ramírez *et al.*, 2004).

### **Fauna presente y potencial en el área del proyecto**

La información de la fauna silvestre que se menciona a continuación fue recopilada de diferentes fuentes bibliográficas y está basada en una distribución potencial dentro del Estado de Oaxaca y de los municipios de San Juan Cacahuatepec y San Pedro Amuzgos donde se inserta el trazo del proyecto.

En este sentido, la distribución de los organismos en el espacio se encuentra en función de los factores abióticos y los tipos de vegetación debido quizás a su menor complejidad estructural ya que el sotobosque es escaso o ausente para algunas especies, de tal manera que la diversidad en áreas que cambian de cobertura y condiciones

climáticas es baja y decrece conforme se incrementa la latitud y altitud, y en este caso disminuye debido a la presencia de zonas en proceso de urbanización.

## HERPETOFAUNA

De acuerdo con Casas Andreu et al (1996), la herpetofauna de Oaxaca está compuesta por 40 familias 127 géneros y 359 especies (33% anfibios y 67% reptiles) Esta fauna comprende al 35.7% de la herpetofauna mexicana. Esta es una de las faunas más ricas de Mesoamérica, la que sólo es superada por la de Costa Rica. Oaxaca ha sido dividida por otros autores en 10 regiones o áreas fisiográfico-florísticas. Los anfibios y los reptiles se analizaron siguiendo esta misma regionalización. Se encontró que la herpetofauna concuerda con el patrón antes señalado, ya que los coeficientes de similitud entre las regiones son muy bajos, por lo que se pueden reconocer también, 10 regiones herpetofaunísticas. Las áreas o regiones más diversificadas son la Sierra Madre de Oaxaca con 43 especies de anfibios y 60 de reptiles, el Istmo de Tehuantepec con 27 de anfibios y 106 de reptiles y la Sierra Madre del Sur con 24 de anfibios y 49 de reptiles. La Planicie Costera del Pacífico contiene también un número importante de especies. Regiones o áreas como el Valle de Tehuacán Cuicatlán, Depresión del Balsas y Valles Centrales se han estudiado pobremente, por lo que los resultados sobre las mismas son preliminares. Altitudinalmente la herpetofauna más diversa se encuentra entre el nivel del mar y los 1000 m.

Tabla IV. 70. Herpetofauna potencial en el área del proyecto y el SAR.

FAMILIA	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	NOM-059	USO
Dactyloidae	Abaniquillo blanco	<i>Anolis laevis</i>	-	Sin uso
Dactyloidae	Abaniquillo blanco	<i>Anolis sericeus</i>	-	Sin uso
Iguanidae	Iguana	<i>Iguana iguana</i>	Pr	Comestible y Uso de la piel
Bufonidae	Sapo gigante	<i>Rhinella marina</i>	-	Sin uso
Phrynosomatidae	Lagartija Espinosa del Pacífico	<i>Sceloporus utiformis</i>	-	Sin uso
Phrynosomatidae	Lagartija de panza rosada -	<i>Sceloporus variabilis</i>	-	Sin uso
Phrynosomatidae	Lagartija de Árbol Norteña	<i>Urosaurus ornatus</i>	-	Sin uso

Para este grupo se obtuvo de manera potencial en la zona de estudio 4 familias de herpetofauna, agrupadas en 5 géneros y 7 especies. Sólo una de estas especies se encuentra en estatus de conservación de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, que es *Iguana iguana* que se encuentra Sujeta a Protección especial (Pr).

## AVIFAUNA

La riqueza de aves del estado de Oaxaca equivale aproximadamente al 67% del total del país (736 especies confirmadas), siendo ésta la más importante en México. Las regiones con mayor número de especies son las tierras bajas de hábitats tropicales (Navarro et al. 2004).

De las 10.000 especies que se estima que hay en el mundo y de las aproximadamente 1.100 especies de aves reconocidas para México, según Navarro et al. (2004) Oaxaca contaba con 737 especies de presencia confirmada, además de 58 especies adicionales que se consideraban como posibles pero que no estaban confirmadas o eran de registro dudoso. Años después, Berlanga et al. (2008) actualizaron el listado aumentando el número de especies a 752; actualmente esa cantidad es aún superior, rondando los 768 registros de especies confirmadas (Grosselet com. pers., agosto 2015). Por tanto, se considera que Oaxaca es el estado más rico en especies de aves en todo el país.

**Tabla IV. 71.** Avifauna potencial en el área del proyecto y el SAR.

FAMILIA	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	NOM-059	USO
Columbidae	Paloma doméstica -	<i>Columba livia</i>	-	Sin uso
Columbidae	Tortolita Cola Larga -	<i>Columbina inca</i>	-	Sin uso
Columbidae	Paloma Alas Blancas	<i>Zenaida asiática</i>	-	Sin uso
Cathartidae	Zopilote común -	<i>Coragyps atratus</i>	-	Sin uso
Trochilidae	Colibrí Pico Ancho -	<i>Cyanthus latirostris</i>	-	Sin uso
Tyrannidae	Papamoscas mexicano	<i>Deltarhynchus flammulatus</i>	Pr	Sin uso
Tyrannidae	Luis pico grueso	<i>Megarynchus pitangua</i>	-	Sin uso
Tyrannidae	Luisito común	<i>Myiozetetes similis</i>	-	Sin uso
Tyrannidae	Tirano tropical	<i>Tyrannus melancholicus</i>	-	Sin uso
Anatidae	Pijije Alas Blancas	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	-	Sin uso
Picidae	Carpintero lineado	<i>Dryocopus lineatus</i>	-	Sin uso
Picidae	Carpintero Enmascarado	<i>Melanerpes chrysogenys</i>	-	Sin uso
Ardeidae	Garza dedos dorados	<i>Egretta thula</i>	-	Sin uso
Fringillidae	Eufonia Garganta Negra	<i>Euphonia affinis</i>	-	Sin uso
Fringillidae	Pinzón mexicano	<i>Haemorhous mexicanus</i>	-	Sin uso
Icteridae	Calandria de Wagler	<i>Icterus wagleri</i> -	-	Sin uso
Icteridae	Zanate mexicano	<i>Quiscalus mexicanus</i>	-	Sin uso
Momotidae	Corona canela	<i>Momotus mexicanus</i>	-	Sin uso
Cracidae	Chachalaca	<i>Ortalis poliocephala</i>	-	Sin uso
Cardinalidae	Picogordo Azul	<i>Passerina caerulea</i> -	-	Sin uso
Cardinalidae	Pico gordo amarillo	<i>Pheucticus chrysopleus</i>	-	Sin uso
Cardinalidae	Picogordo degollado	<i>Pheucticus ludovicianus</i>	-	Sin uso
Cuculidae	Cuclillo Canelo	<i>Piaya cayana</i>	-	Sin uso
Poliptilidae	Perlita azulgris	<i>Poliptila caerulea</i>	-	Sin uso
Corvidae	Chara pea	<i>Psilorhinus morio</i>	-	Sin uso
Accipitridae	Aguililla caminera -	<i>Rupornis magnirostris</i>	-	Sin uso
Thraupidae	Saltador Gris	<i>Saltator coerulescens</i> -	-	Sin uso
Parulidae	Pavito migratorio -	<i>Setophaga ruticilla</i>	-	Sin uso
Hirundinidae	Golondrina de Ridgway -	<i>Stelgidopteryx ridgwayi</i>	-	Sin uso
Hirundinidae	Golondrina manglera -	<i>Tachycineta albilinea</i>	-	Sin uso
Tityridae	Titira puerquito	<i>Tityra semifasciata</i>	-	Sin uso
Trogonidae	Coa Citrina -	<i>Trogon citreolus</i>	-	Sin uso
Turdidae	Mirlo Dorso Canela	<i>Turdus rufopalliat</i>	-	Sin uso

Para este grupo se reportan de manera potencial en la zona de estudio 22 familias de aves, agrupadas en 32 géneros y 33 especies. Sólo una de estas especies se encuentra en estatus de conservación de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, que es *Deltarhynchus flammulatus* que se encuentra Sujeta Protección especial (Pr).

#### MAMÍFEROS

La fauna de mamíferos silvestres del estado de Oaxaca está constituida por 222 especies, que representan 131 géneros, 34 familias y 12 órdenes. 93 especies son murciélagos, 13 acuáticas y 116 terrestres no voladoras. 45 especies endémicas de México están presentes en Oaxaca, y de estas, 14 son exclusivas del Estado. 69 especies

con presencia en Oaxaca se encuentran incluidas en alguna categoría de riesgo de acuerdo con las leyes mexicanas, mientras que 28 especies están incluidas en alguna de las categorías de la CITES y 38 en las de la IUCN. Aunque el número de especies con presencia confirmada en el estado es muy alto, es muy probable que se incrementen próximamente, pues existen aún áreas considerables sin explorar en la entidad; poblaciones de varias especies montañas muestran alta diferenciación genética y molecular; así mismo, varios estudios demuestran la presencia de especies adicionales a las ya registradas en regiones cercanas al territorio oaxaqueño (Santos Moreno, 2007).

**Tabla IV. 72.** Mastofauna potencial en el área del proyecto y el SAR.

FAMILIA	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	NOM-059	USO
<b>Dasypodidae</b>	Armadillo de nueve bandas	<i>Dasypus novemcinctus</i>	-	Sin uso
<b>Didelphidae</b>	Tlacuache común	<i>Didelphis virginiana</i>	-	Sin uso
<b>Sciuridae</b>	Cuinique	<i>Notocitellus adocetus</i>	-	Sin uso
<b>Sciuridae</b>	Ardilla de Tierra de Cola Anillada	<i>Notocitellus annulatus</i>	-	Sin uso
<b>Tayassuidae</b>	Pecarí de Collar	<i>Pecari tajacu</i>	-	Sin uso
<b>Procyonidae</b>	Mapache	<i>Procyon lotor</i>	-	Sin uso

Para este grupo de manera potencial se reportan en el área de estudio la presencia de 6 especies agrupadas en 5 Familias. Ninguna especie se encuentra en algún estatus de conservación de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

2. **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 por las zonas aledañas al proyecto y al cauce donde se inserta el puente.
- Localización, clasificación y definición de las diferentes estructuras de vegetación que correspondieran al hábitat de grupos de fauna probables.
- Recorridos en las superficies por a afectar para avistar o encontrar indicadores de la presencia de especies de fauna silvestre, evidencias tales como: pelo, excretas, huellas, etc.

En general se usaron métodos directos (observación) y métodos indirectos (fotografía, registros de rastros, huellas, madrigueras, excretas, huesos, rascaderas, echaderos, nidos, pelos, plumas, restos de comida, entrevistas informales o cualquier otro indicio que delate la presencia y actividad de fauna). El muestreo consistió en transectos y puntos de observación distribuidos homogéneamente, realizando recorridos matutinos y diurnos.

Para determinar la riqueza y abundancia de las especies de vertebrados que se distribuyen dentro del SAR, trazo del proyecto, área de influencia, se establecieron 18 sitios de muestreo para dicho proyecto, se procedió a realizar muestreos dirigidos en 6 sitios de muestreo para el SAR y para el trazo en el Área del Proyecto se realizaron 12 sitios.

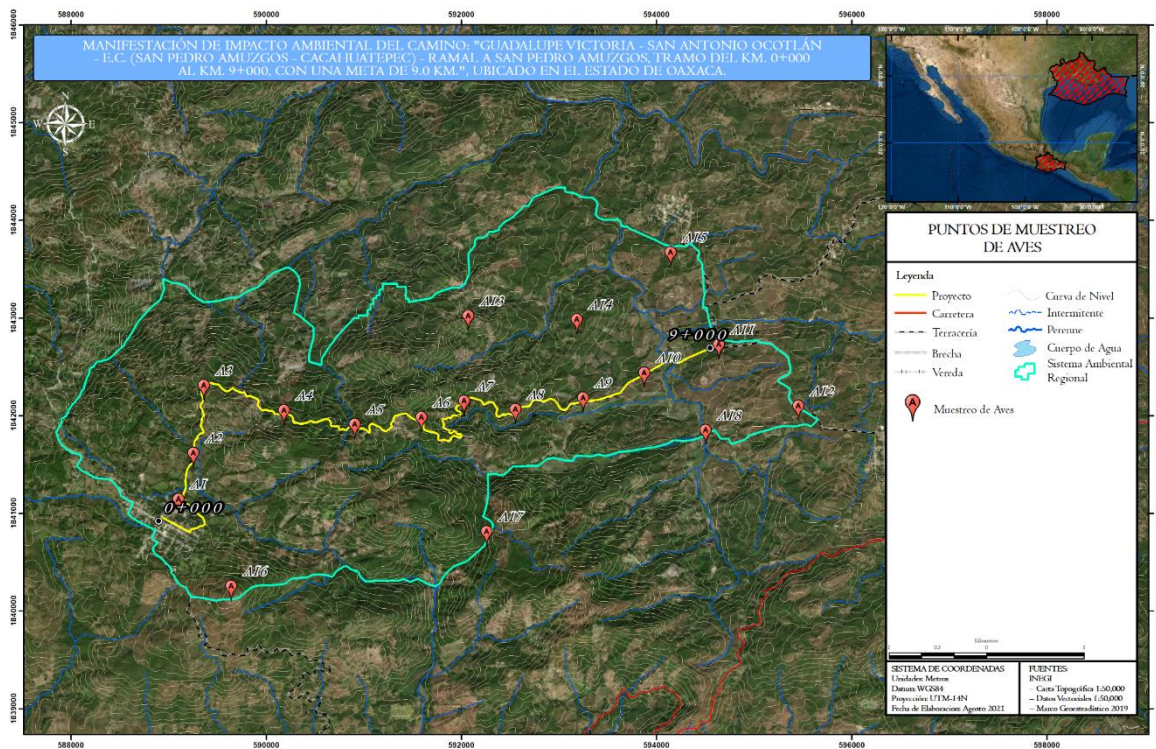
En cada sitio de muestreo se implementaron distintos tipos de técnicas, búsqueda y captura e identificación de especies de los distintos grupos de vertebrados, además se buscaron evidencias indirectas (huellas, excretas, pelo, nidos, madrigueras, exuvias, huevos, restos óseos, entre otros).

**Tabla IV. 73.** Coordenadas UTM de los puntos de muestreo en el trazo y el SAR.

PUNTOS DE MUESTREO	UTM X	UTM Y	SITIO
1	589096	1841105	TRAZO
2	589250	1841578	TRAZO
3	589357	1842269	TRAZO
4	590179	1842014	TRAZO
5	590903	1841870	TRAZO
6	591585	1841943	TRAZO
7	592025	1842110	TRAZO
8	592549	1842023	TRAZO
9	593242	1842142	TRAZO
10	593870	1842399	TRAZO
11	594633	1842688	TRAZO
12	595449	1842059	TRAZO
13	592066	1842981	SAR
14	593178	1842944	SAR
15	594139	1843632	SAR
16	589639	1840216	SAR
17	592255	1840773	SAR
18	594498	1841810	SAR

Fuente: SECIRA 2021

Imagen IV. 71. Mapa de puntos de Muestreo del Trazo del Proyecto y el SAR



Fuente: SECIRA 2021

### Metodología para la Evaluación Ecológica Rápida (EER).

El muestreo de la fauna se realizó mediante estudios de observación directa, con el fin de calcular la ausencia y presencia de las especies; así mismo conocer la distribución que tienen en la zona, por consiguiente, calcular la abundancia relativa y la estimación de la densidad y tamaño poblacional de las especies encontradas.

Se realizaron conteos oportunistos entre las 7:00-10:00am y 16:00-19:00pm en un transecto sobre el camino del proyecto. 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. Se llevó a cabo un solo transecto con el fin de estandarizar el muestreo. Dentro del transecto se establecieron puntos de muestreo considerando la longitud de este por lo que un transecto tuvo de dos repeticiones en un sitio de muestreo. Estos sitios fueron elegidos partiendo de la línea de inicio del camino y así cada 500m hasta completar el trazo hasta donde termina este.

Para la identificación de las especies se utilizaron guías de campo y binoculares. Para cada sitio de muestreo se esperaba un promedio de 5 a 10 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 durante un tiempo determinado, desde cada uno de los puntos de muestreo. Debido a que se utilizara el camino existente, donde ya existe un impacto considerable, y que a su vez en su momento muchas especies se desplazan a zonas con cobertura vegetal abundante para esconderse de la presión ejercida por él hombre o a zonas abiertas para tener un mejor desplazamiento; de tal forma que muchas de estas especies cruzan de un sitio a otro buscando su seguridad, por lo que se debe tener cuidado de no afectar estas condiciones de migración local a la fauna silvestre observada en la zona de este proyecto.

### Metodología para el muestreo de anfibios y reptiles

Las variantes en los métodos que se utilizan tienen que ver con el tamaño de los organismos y/o características específicas del hábitat o del microhábitat que ocupan. Los anfibios pueden ser contados cuando se concentran en las áreas en que se reproducen. Sin embargo, algunos individuos, particularmente las hembras, pueden no movilizarse en todas las estaciones de reproducción a estas áreas de agregación. La temporada de reproducción generalmente es de corta duración en especies de clima templado y de mayor duración en especies tropicales, y es muy impredecible en duración y ocurrencia en especies de ambientes áridos. Por consiguiente, en este proyecto no tuvo un éxito significativo al solo observar una especie.

Los reptiles son generalmente difíciles de observar, sobre todo los de talla corporal pequeña. El avistamiento de los reptiles varía marcadamente con la temperatura ambiental, ya que de ésta depende su temperatura corporal, por lo que es recomendable efectuar conteos de estos organismos durante periodos estandarizados en condición climática y en tiempo, sobre todo cuando se pretende comparar distintas poblaciones.

Para *anfibios y reptiles*, se utilizó la observación directa, en el caso de ver al ejemplar se obtiene una toma fotográfica, se examinaron agujeros grandes de paredes verticales, en la corteza de los árboles como debajo de troncos secos y en cercos vivos que dividen las colindancias de los terrenos particulares donde pasa el trazo del proyecto. Para la observación de estas especies se empezó a las 9:00am hasta las 14:00hrs cuando el sol les da oportunidad de salir a hacer sus actividades y la temperatura ambiente es la ideal para calentar sus cuerpos debido a su condición (Homeotérmica).

Los reptiles son generalmente difíciles de observar, sobre todo los de talla corporal pequeña. El avistamiento de los reptiles varía marcadamente con la temperatura ambiental, ya que de ésta depende su temperatura corporal, por lo que es recomendable efectuar conteos de estos organismos durante periodos estandarizados en condición climática y en tiempo, sobre todo cuando se pretende comparar distintas poblaciones.

El método más efectivo para la captura viva de reptiles son los lazos de nylon y la captura manual directa con ligas (lagartijas). Con el propósito de optimizar el esfuerzo de captura en terreno, siempre se tienen 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 realiza 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, la captura de individuos se realiza principalmente durante días soleados.

Imagen IV. 72. Forma de manipulación de reptiles.



Fuente: SECIRA 2021

*Colecta oportunista.* Es la búsqueda no sistemática de organismos a diferentes horas del día o estaciones del año, o bien la búsqueda intensiva bajo condiciones climáticas particulares que favorezcan la presencia de organismos. Los recorridos nocturnos caminando o en vehículo también entran en esta categoría.

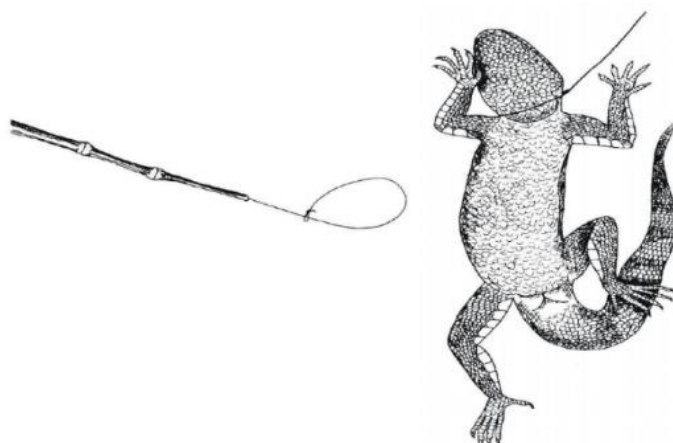
*Manipulación de la herpetofauna.* Se levanta el reptil con una mano como si se estuviera levantando un lápiz, luego se asegura al ejemplar colocando el pulgar detrás o al lado de la cabeza del animal, se utiliza el dedo índice para sostener el cuello del animal desde abajo mientras se sostenía su torso con la punta de los dedos.



*Encuentro visual.* Consiste en la observación y conteo de organismos a lo largo de trayectos de distancia fija o bien aleatorios, generalmente durante un período de tiempo fijo.

*Transporte de organismos.* Los organismos recolectados se depositan en bolsas de plástico, contenedores de plástico, o sacos de lona delgada para ser transportados, cuidando que contengan humedad suficiente para evitar que se deshidraten y mueran. Para evitar daños a los individuos, conviene depositarlos en bolsas o contenedores por separado de acuerdo con el sitio de captura y la especie.

**Imagen IV. 73.** Lazo montado en una vara o caña de pescar y lagartija lazada por el cuello (tomado de Vanzolini y Nelson 1990)



La captura y observación no fue exitosa ya que en los días de muestreo estuvo soleado y sin presencia de lluvia.

**Tabla IV. 74.** Plantilla utilizada para la toma de datos de herpetofauna

Plantilla para la toma de datos para anfibios y reptiles				
<i>Fecha:</i>		<i>Hora:</i>		<i>Participantes:</i>
Lugar de muestreo:		Coordenadas:		
Municipio:		Tipo de vegetación		
Especie:		Cantidad		
Adulto/Joven:		Larvas		Huevos:
		<b>Descripción del Lugar</b>		
Lago	Laguna	Pantano	Cañada	Charco
		<b>Substrato</b>		
Barro/Arcilla	Arena/Grava	Piedras	Rocas	Otro
<b>Características de las especies:</b>				
Ancho del cuerpo		Longitud total:		
Ancho de la cabeza		Longitud de la cabeza		
Longitud hocico-cloaca		Observaciones		
Hábitos alimenticios				

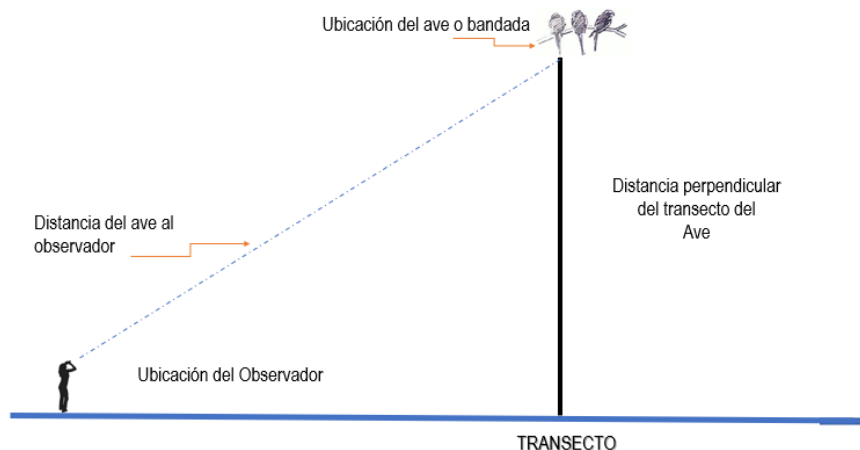
Fuente: SECIRA S.A DE C.V. 2021

### Metodología para el muestreo de Aves

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 se realizaron sobre el trazo; en el caso del SAR se llevó a cabo el método de conteo por puntos fijos. Se realizaron conteos oportunisticos entre las 7:00-10:00 de la mañana y 15:00-18:00 horas de la tarde. Estos consistieron en transectos sobre el trazo y puntos fijos al azar en zonas más conservadas dentro del SAR, esta técnica consiste en que el observador permanezca durante 10 minutos en un punto fijo registrando todas las especies de aves escuchadas u observadas en el transcurso del tiempo. 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). Dentro de cada transecto se establecieron sitios de muestreo de acuerdo con la longitud de este por lo que un transecto tuvo de tres a un sitio de muestreo. 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.

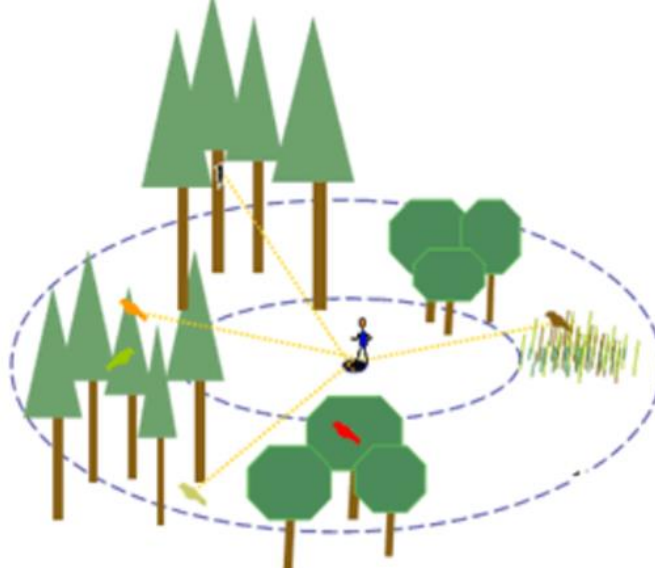
Las observaciones se realizaron con ayuda de binoculares 8 x 40 y 10 x 42, y en ocasiones con una cámara digital con lente 270-500 mm, que permitió la creación de un banco de imágenes de las especies encontradas. El registro de las distintas especies se realizó por transectos en la zona adyacente al proyecto. Con la técnica de transecto se caminó lentamente a través del área elegida.

Imagen IV. 74. Observación directa para Aves



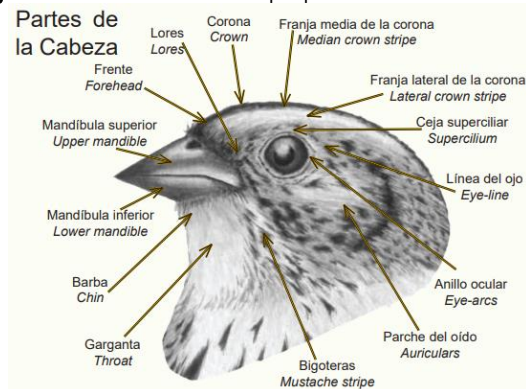
Fuente: SECIRA 2021

Imagen IV. 75. Muestreo por puntos de observación de aves.



Para la identificación de las especies se utilizaron guías de campo y binoculares. Para cada sitio de muestreo se esperaba un promedio de 5 a 10 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 durante 60 minutos, desde cada uno de los puntos de muestreo.

Imagen IV. 76. Características propias de la cabeza de un ave



La identificación de las aves se efectuó con ayuda de binoculares de 10X40 mm y 7X25 mm marca Bushell. Y el apoyo de las guías de campo (National Geographic Society, 2006; Peterson y Chalíf, 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.

Hay que considerar que las aves pueden ser observadas en un sinnúmero de sitios como, antenas, cornisas, arbotantes, letreros etc., pero es indiscutible que los árboles siempre serán las perchas preferidas por todas las especies. Esto se debe a que en ellos encuentran todo lo necesario para vivir, alimento, cobijo y seguridad.

Imagen IV. 77. Sitios donde se observan las aves



Nota. Sitios particulares donde se podrían observar aves: 1 zanate, 2 estornino, 3 tórtola, 4 gorrión, 5 golondrina, 6 cernicalo, 7 cuervo, 8 saltapared, 9 verduguillo, 10 chichicuilete, 11 tortilla con chile, 12 mosquero, 13 zenzontle, 14 codorniz, 15 carpintero, 16 pato, 17 saltapalo, 18 martín pescador, 19 chara, 20 víreo, 21 búho, 22 cardenal, 23 verdín

#### Época del año.

Las aves cantan en diferentes períodos del año, sin embargo, la mayor detección de las aves se obtiene durante la temporada reproductiva. Es más fácil detectar a las aves durante los censos realizados en la temporada reproductiva porque son vocalmente más activas, de ahí la importancia de conocer los sonidos de las aves. En México, las aves residentes son más activas vocalmente en la primavera y otras en el verano. Por lo tanto, el tiempo, la temporada de muestreo y los períodos de conteo deben estandarizarse.

#### Metodología para el muestreo de mamíferos.

En cuanto al registro de mamíferos se utilizaron métodos directos (trampeos) e indirectos (rastros). Para este caso encontramos las Sherman, que son trampas de aluminio cerradas utilizadas en la captura de pequeños mamíferos y juveniles de mamíferos de tallas más grandes. La trampa Sherman es la más utilizada debido a que son plegables y de fácil transporte. Para la captura de medianos mamíferos existen dos tipos de trampa: Havahart y Tomahawk (Nacional), ambas son trampas de rejillas y presentan un mecanismo disparador de tipo basculante (accionador de una o dos puertas). Para este orden tampoco hubo éxito de captura y registro.

Otro muestreo que se realizó fue el colocar trampas cámara (Moultrie®) método que se utilizó para conocer las tendencias poblacionales usando transectos; todo con el fin de detectar tanto actividad diurna como nocturna en el área de influencia del proyecto y el SAR. Estas se colocaron en las zonas donde existe un cruce de caminos o brechas, donde es probable que especies de mamíferos medianos transiten, así mismo en zonas abiertas cercanas a las zonas pobladas por lo que se emplearon transectos lineales, para tener una distancia considerable entre cada trampa y así abarcar el área total del SAR. A partir de la longitud total del transecto nos alejamos a sitios más conservados y con coberturas más amplias, de acuerdo con la superficie del SAR, fueron ubicadas 4 trampas separadas entre 1,000m y 1,500m entre ellas. El éxito de este muestreo resultó nulo al no evidenciar a ninguna especie con este método.

**Imagen IV. 78.** Trampas cámara y trampas Sherman



Fuente: SECIRA 2021

Los métodos que se han utilizado para conocer las tendencias poblacionales son el uso de transectos, y más recientemente el uso de trampas cámara (Wilson y Delahay 2001).

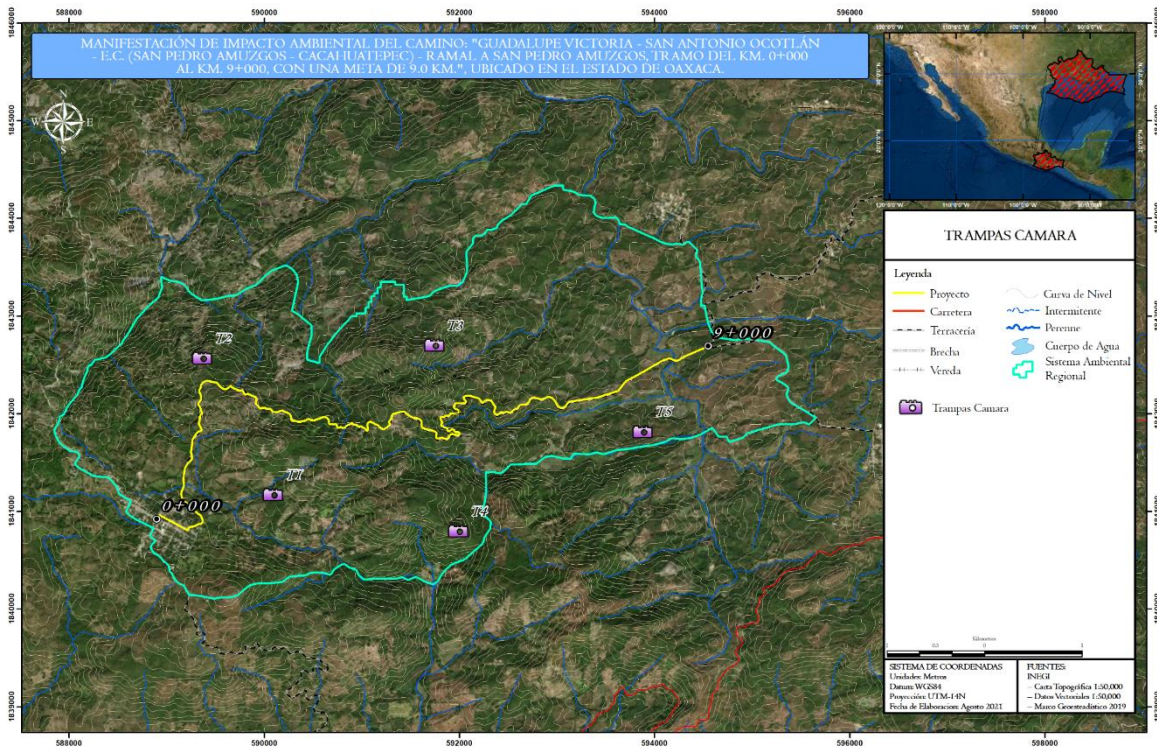
Los transectos se deberían establecer de manera ideal en un diseño estratificado abarcando los diferentes tipos de hábitat y su representación proporcional en el diseño. Sin embargo, esto es por lo general muy costoso, por lo que se utilizaron sitios con brechas existentes para la colocación de los transectos. Asimismo, la longitud de los transectos varía de acuerdo con el tamaño de la especie, siendo en el método original de una longitud aproximada de 3 km hasta transectos de 10 km (Conner *et al.*, 1983, Linhart y Knowlton 1976, Stephens *et al.*, 2006). En este caso se consideraron puntos en el proyecto y sus zonas aledañas

**Tabla IV. 75 .**Coordenadas de colocación de trampas cámara

Número de Cámara	ESTE	NORTE
1	590087	1841180
2	589362	1842578
3	591739	1842710
4	591984	1840807
5	593874	1841826

Fuente: SECIRA S.A DE C.V. 2021

Imagen IV. 79. Colocación de trampas cámara



Fuente: SECIRA S.A DE C.V. 2021

La separación entre transectos depende de la especie blanco, y está dada por dos parámetros: el diámetro de ámbitos hogareños (Zielinski y Stauffer 1996), esta medida nos permite, por un lado, reducir la probabilidad de contar a un individuo dos veces, y reduce la posibilidad de sobreestimar las poblaciones.

El tamaño del ámbito hogareño para la mayoría de las especies de carnívoros en México no existe, ni mucho menos en el área de estudio por la nula investigación de estudios técnicos, por lo que el registro de especies sólo se puede comparar con la información publicada en diferentes fuentes generales. La finalidad del establecimiento de estas trampas es el tener una idea de la población de carnívoros de una o más especies en una unidad de muestreo.

### Muestreo por Rastros

Las huellas pueden colectarse de diversas maneras, pero las más comunes son la toma de fotografías y la elaboración de moldes de yeso. En el caso de las fotografías las recomendaciones más importantes son buscar siempre los rastros más nítidos e incluir una referencia de tamaño, como un bolígrafo, una navaja o una escala graduada.

Para el caso de la elaboración de moldes de yeso, se pueden hacer las siguientes recomendaciones: lo primero será determinar qué huellas van a ser colectadas, buscando de preferencia aquellas que estén completas y bien definidas, para elaborar los moldes se necesita un recipiente con la mitad de una pelota de hule de unos 20cm de diámetro, pero hule grueso, que siempre mantenga su forma. Este recipiente tiene varias ventajas, ya que puede sostenerse cómodamente con una mano, la mezcla se vacía fácilmente, ya sea en forma directa o empelando una cuchara y su limpieza es fácil, aun del yeso que hubiera quedado pegado y seco, pues hasta con doblarlo para que éste se desprenda.

**Imagen IV. 80.** Fichas técnicas para la toma de datos de huellas de mamíferos

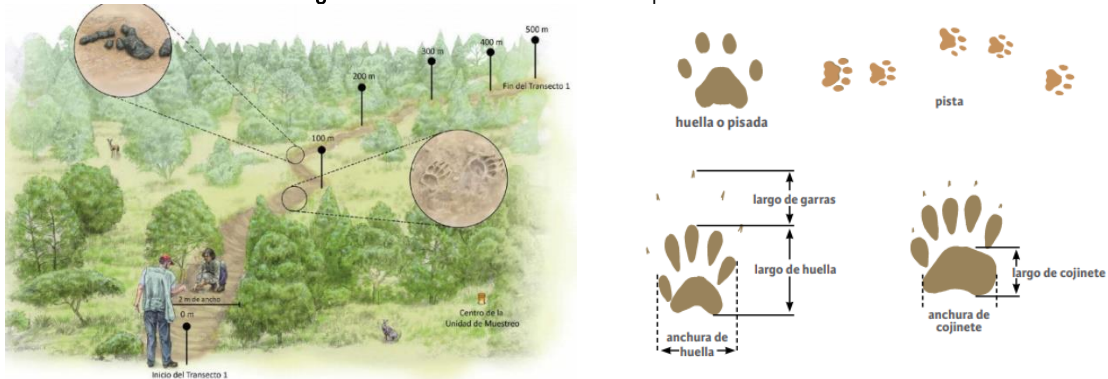
**FICHA PARA RECOLECCIÓN DE HUELLAS**

<b>Proyecto:</b>				
<b>Sitio</b>	<b>Fecha</b>	<b>Identificación dudosa</b>	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
<b>Huella #</b>	<b>Coordenada (UTM)</b> <input type="text"/>	<input type="text"/> Fresca	<input type="text"/> Semifresca	<input type="text"/> Vieja
		<b>Colector</b>		
<b>Transecto/lugar o punto GPS</b>				
<b>Especie (probable)</b>			<b>Fotografía</b>	
<b>Observaciones</b>				

Fuente: SECIRA S.A DE C.V. 2021

Una vez elegida la o las huellas para moldear, es aconsejable hacer una marca alrededor, aproximadamente hasta donde se desee hacer el molde. Se coloca una cantidad adecuada de yeso (al cálculo) en el recipiente y se le añade agua, poco a poco, conforme se va revolviendo, hasta conseguir la consistencia deseada, sin grumos ni burbujas. Entonces se vierte la mezcla sobre la huella, cubriéndola totalmente, pero tratando de no rebasar la marca de referencia. Si se desea y el terreno lo permite, se puede colocar una mica plástica alrededor de la huella, enterrándola ligeramente.

Imagen IV. 81. Unidad de muestreo para mamíferos



Fuente: SEMARNAT, 2018; CONABIO, 2012.

*Excretas.* En general las excretas no requieren de ninguna técnica especial para su colecta, excepto quizá tener cuidado de no desbaratarlas, sobre todo aquellas con poca consistencia. Si están húmedas puede ser mejor colocarlas en una bolsa o en un recipiente de plásticos; si están secas se pueden poner en bolsas de papel.

Imagen IV. 82. Fichas técnicas para la toma de datos de excretas de mamíferos  
**FICHA PARA RECOLECCION DE EXCRETAS**

<b>Proyecto:</b>				
<b>Sitio</b>	<b>Fecha</b>	<b>Identificación dudosa</b>	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
<b>Excreta #</b>	<b>Coordenada (UTM)</b>	<input type="text" value="Fresca"/>	<input type="text" value="Semifresca"/>	<input type="text" value="Vieja"/>
	<input type="text"/>			
<b>Transecto/lugar o punto GPS</b>		<b>Colector</b>		
<b>Especie (probable)</b>			<b>Fotografía</b>	
<b>Observaciones</b>				

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V. 2021

Para su conservación sí se den hacer varias recomendaciones. Algo que afecta a las excretas es la humedad, pues favorece el desarrollo de hongos, por lo que deberán secarse muy bien antes de su almacenamiento. Por su parte las excretas que contienen pelo, aun cuando están bien secas, son susceptibles al ataque de la polilla, por lo que deberá usarse alguna sustancia como la naftalina. Si se desea conservar alguna excreta con poca consistencia se le puede dar un baño con algún barniz transparente o bien con un pegamento diluido en agua.



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.

### **La distribución de la fauna silvestre se divide en dos formas**

**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 (gorriones, chipes) están en el sotobosque, las garzas y los playeros en el cauce del arroyo; los gavilanes en el dosel de los árboles y sobre ellos los zopilotes y las auras. El venado se ubica entre la maleza espesa, el conejo y la liebre prefieren las zonas abiertas y los pericos y urracas por abajo del dosel de los árboles de denso follaje como higueras.

**La temporal.** Se refiere a la presencia en un espacio y tiempo determinado como ejemplo de carnívoros medianos que tienen gran desplazamiento terrestre y solo está de paso por el área. La migración de chipes y gavilanes solo se da en invierno. Otras especies migran diariamente como la paloma y pericos que cruzan por estas zonas 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.

## **RESULTADOS**

Conforme a los datos obtenidos en campo en el área del proyecto se pueden encontrar diferentes especies típicas de selva y zonas agrícolas (en su mayoría aves), por lo que se realizó un conteo directo e indirecto sobre el trazo del proyecto, se puede considerar que algunas de las especies de fauna reportadas para esta zona se encuentran representadas en algún momento dentro de la superficie específica del proyecto, ya sea como área de paso, zona de alimentación o de anidamiento, así como el hábito migratorio de la mayor parte de especies de fauna silvestre. La fauna silvestre en esta zona en general es baja, debido probablemente a la poca abundancia de recursos vegetales y a zonas conservadas, condicionando a las especies a adoptar una estrategia de gran movilidad altitudinal (Arizmendi *et al.*, 1990). Y otras que incluyen frutos en sus dietas, se comportan como oportunistas, tal vez debido a que la mayor abundancia de recursos se concentra en la época de lluvias (Berlanga, 1991).

A pesar de que el área de estudio muestra una gran presión ejercida por actividades humanas (agricultura y ganadería), la riqueza avifaunística presente, utiliza esta zona como amortiguamiento para alimento que esperan de los cultivos de maíz y unas más como sitios de reposo y nidificación, aumentando su riqueza específica y su importancia. Las aves escogen ciertas características estructurales y florísticas de la vegetación al seleccionar un hábitat donde residir (Milesi *et al.*, 2008). Numerosos estudios han demostrado que la estructura física de la vegetación y la composición florística son dos componentes que influyen directamente en el uso y selección del hábitat de las aves (Hutto, 1985; Peck, 1989; Cueto *et al.*, 2005).

Se revisó la NOM-059-SEMARNAT-2010, para conocer el estatus de conservación de las especies, así como el CITES (Conservación Internacional de Tráfico de Especies de Flora y Fauna Silvestre en México) y la lista roja de la IUCN (Unión de Conservación Internacional). Por lo que ninguna especie registrada se encuentra catalogada en algún estatus de conservación.

### **Composición faunística en el área del proyecto**

Durante la prospección de campo se registraron 13 especies de fauna silvestre, durante los puntos de muestro transectos y mediante las trampas cámara en el SAR, trazo y sus áreas circundantes, donde se pudieron observar áreas extensas de pastizal cultivado, cercos vivos que sirven como cortinas rompevientos y para delimitar terrenos agrícolas, así como zonas de acahual y zonas con vegetación más conservada.

Debido a las condiciones del sitio del proyecto donde se encuentra el camino a nivel de terracería, se observaron en su mayoría especies de avifauna, por otra parte, para el caso de mamíferos, anfibios y reptiles solamente se obtuvieron un par de registros indirectos, por lo que se considera que al tratarse de una modernización donde las superficies de afectación serán mínimas, se considera que las especies presentes en la zona se encuentran adaptadas a la presencia y actividades inherentes de la operación del camino por lo que su dinámica no se verá afectada de forma significativa por el proyecto.

Derivado de los recorridos en campo se tomó el registro de las especies visualizadas (registro directo) y de aquellas que se encontró alguna evidencia de su presencia como huellas, excretas, madrigueras, etc. (registro indirecto), mismos que se presentan a continuación.

Como ya se mencionó, no se encontraron especies en algún 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 y las que se localicen cuando el proyecto esté en ejecución. 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.

Derivado del recorrido de campo se tomó el registro de las especies visualizadas, de aquellas que se encontró algún registro directo e indirecto. A continuación, se enlistan el total de todas las especies observadas en el trazo del proyecto y el SAR. El análisis se presenta más a delante de manera general y también por separado de la zona donde afectara el proyecto y el SAR.

**Tabla IV. 76.** Especies de fauna observadas y ejemplares contabilizados en el Área del Proyecto

<b>REPTILES</b>				
<b>Phrynosomatidae</b>	<i>Sceloporus siniferus</i>	Lagartija espinosa de cola larga	<b>Sin estatus</b>	Visual
<b>AVES</b>				
<b>Tyrannidae</b>	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano pirirí	Sin estatus	Visual
<b>Tyrannidae</b>	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Bienteveo común	Sin estatus	Visual
<b>Cardinalidae</b>	<i>Piranga ludoviciana</i>	Piranga capucha roja	Sin estatus	Visual
<b>Thraupidae</b>	<i>Volatinia jacarina</i>	Semillero brincador	Sin estatus	Visual
<b>Cathartidae</b>	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	Sin estatus	Visual
<b>Cathartidae</b>	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	Sin estatus	Visual
<b>Columbidae</b>	<i>Columbina Inca</i>	Tortolita cola larga	Sin estatus	Visual
<b>Corvidae</b>	<i>Calocitta formosa</i>	Urraca cara blanca	Sin estatus	Visual
<b>Icteriidae</b>	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mayor	Sin estatus	Visual
<b>Momotidae</b>	<i>Momotus mexicanus</i>	Momoto corona canela	Sin estatus	Visual
<b>Hirundinidae</b>	<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	Golondrina alas aserradas	Sin estatus	Visual
<b>MAMÍFEROS</b>				
<b>Dasypodidae</b>	<i>Dasypus novemcinctus</i>	Armadillo	<b>Sin estatus</b>	Caparacho

Fuente: SECIRA 2021

La presencia de fauna silvestre en el sitio del proyecto para dos órdenes es baja (reptiles y mamíferos), y media para las 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 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.

Las consideraciones de protección se aplicarán para los organismos en la prospección de campo. Derivado del recorrido de este, se tomó el registro de las especies visualizadas, de aquellas que se encontró algún registro directo e indirecto, mismos que se presentaron en la tabla anterior.

**Tabla IV. 77** .Fauna registrada en el área del proyecto

**REPTILES**

*Sceloporus siniferus*



**AVES**

*Columbina Inca*



*Momotus mexicanus*



*Tyrannus melancholicus*



*Quiscalus mexicanus*



*Volatinia jacarina*



*Pitangus sulphuratus*



*Piranga ludoviciana*



*Cathartes aura*



*Stelgidopteryx serripennis*



*Calocitta formosa*



*Coragyps atratus*



## MAMÍFEROS

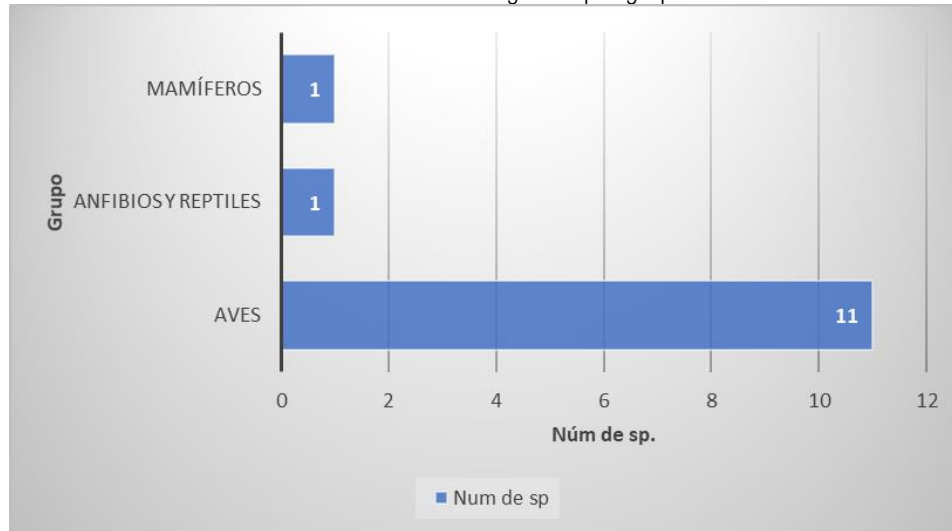
*Dasypus novemcinctus*



Fuente: SECIRA 2021

Se obtuvo el registro de 13 especies de fauna silvestre, una de reptil (*Sceloporus siniferus*) y un mamífero (*Dasypus novemcinctus*), esta mediante un registro indirecto (caparacho) y 11 aves: *Tyrannus melancholicus*, *Pitangus sulphuratus*, *Piranga ludoviciana*, *Volatinia jacarina*, *Cathartes aura*, *Coragyps atratus*, *Columbina Inca*, *Calocitta formosa*, *Quiscalus mexicanus*, *Momotus mexicanus*, *Stelgidopteryx serripennis*. Es importante mencionar que, de los registros obtenidos, **ninguna especie se encuentra listada en NOM 059 SEMARNAT 2010.**

**Gráfica IV. 8.** Distribución de registros por grupo faunístico



Fuente: SECIRA 2021

Las aves observadas se observaron perchando y sobrevolando cerca del área del proyecto, por su parte el caparacho o caparazón de armadillo fue encontrado en una zona de acahual aleada al sitio del proyecto, por su parte la lagartija fue registrada sobre una roca en una zona con vegetación arbustiva aproximadamente 20m al costado del camino existente. Por lo anterior y dadas las condiciones antropizadas del sitio del proyecto, se considera que la presencia de fauna silvestre es baja y se prevé que este recurso no se verá afectado significativamente debido a las actividades del proyecto.

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 del camino a nivel de terracería también se pudieron observar animales de carga como caballos, ganado bovino y animales domésticos como perros. Lo anterior se encuentra asociado a la presión antrópica y a las actividades productivas que son desarrolladas en las zonas aleañas al camino.

**Imagen IV. 83.** Animales de corral y domésticos observados en las zonas aleañas al proyecto







Fuente: SECIRA 2021

### Diversidad y riqueza específica

La biodiversidad o diversidad biológica se define como “la variabilidad entre los organismos vivos de todas las fuentes, incluyendo, entre otros, los organismos terrestres, marinos y de otros ecosistemas acuáticos, así como los complejos ecológicos de los que forman parte; esto incluye diversidad dentro de las especies, entre especies y de ecosistemas” (UNEP, 1992).

La gran mayoría de los métodos propuestos para evaluar la diversidad de especies se refieren a la diversidad dentro de las comunidades (alfa).

Para el presente estudio se utilizaron diferentes métodos propuestos para medir la biodiversidad al nivel de especies.

Para evaluar la condición de los grupos faunísticos de vertebrados presentes en los sitios seleccionados se emplearon diferentes indicadores de diversidad. Se obtuvieron diferentes índices de biodiversidad para conocer la composición y el estado que guardan las poblaciones de la zona. Para ello se utilizaron los diferentes indicadores de diversidad, los cuales se describen a continuación.

Abundancia. Este parámetro permite conocer la densidad de una especie o una clase de plantas, principalmente cuando las formas de vida permiten el conteo independiente de cada individuo. Se refiere al número de individuos de una especie “x” presente en un área determinada, mientras que la densidad relativa se refiere a la proporción en número de individuos de una especie con relación al resto en porcentaje; se estiman con las siguientes ecuaciones:

$$\text{Densidad (D)} = \frac{\text{No. de individuos de la especie } i}{\text{Área muestreada}}$$

$$\text{Densidad relativa (DR)} = \frac{\text{Densidad de la especie } i}{\sum \text{Densidades de todas la especies}} \times 100$$

Frecuencia. Este parámetro se define como la probabilidad de encontrar una especie en una unidad de muestreo, es decir, es el número de unidades de muestro en la que una especie está presente, por tanto, la frecuencia relativa pondera el número de veces que es encontrada una especie en relación con el resto de las especies y es una medida porcentual.

$$\text{Frecuencia (F)} = \frac{\text{Número de sitios en los que ocurre la especie } i}{\text{Área muestreada}}$$

$$\text{Frecuencia relativa (FR)} = \frac{\text{Frecuencia de la especie } i}{\sum \text{Frecuencia de todas las especies}} \times 100$$

### 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, 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  $i$
- $N$  = número total de individuos
- $S$  = número total de especies.

En comunidades naturales, este índice suele presentar valores entre 1.5 y 3.5 y sólo raramente sobrepasa los 4.5 (Margalef 1972, citado en Magurran 1987). Magurran (1989), que enuncia que para el Índice de Shannon-Weiner, los valores inferiores a 1.5 se consideran como diversidad baja, los valores entre 1.6 a 3.4 se consideran como diversidad media y los valores iguales o superiores a 3.5 se consideran como diversidad alta.

### ÍNDICE DE SIMPSON

Se deriva de la teoría de probabilidades y mide la probabilidad de encontrar dos individuos de la misma especie en dos "extracciones" sucesivas al azar sin "reposición", basándose en la abundancia y no en la riqueza de especies. También se emplea como un índice de dominancia a su marcada dependencia de las especies más abundantes. El rango de valores es de: 0 (baja), 0.5 (media) y 1 (alta) (Magurran, 1989).

De acuerdo con 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  $R(\pi) = 1 - \sum \pi_i$ . Entonces:

$$\lambda_{\text{Simp}} = \sum_{i=1}^k \{1 - \pi_i\} \pi_i = 1 - \sum_{i=1}^k \pi_i^2$$

Por lo tanto

$$D = \sum \left( \frac{n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)} \right)$$

Dónde:

- $n_i$  = número de individuos en el sistema de la especie determinada  $i$

- N= número total de individuos
- S= número total de especies.

En comunidades naturales, este índice suele presentar valores entre 1.5 y 3.5 y sólo raramente sobrepasa los 4.5 (Margalef 1972, citado en Magurran 1987). Magurran (1989), que enuncia que para el Índice de Shannon-Weiner, los valores inferiores a 1.5 se consideran como diversidad baja, los valores entre 1.6 a 3.4 se consideran como diversidad media y los valores iguales o superiores a 3.5 se consideran como diversidad alta.

### Índice de Equidad.

Asociado al índice de Shannon suele calcularse la equidad ( $J'$ ). Pielou (1975), estima el valor de equidad ( $J'$ ) para cada hábitat con el fin de analizar la forma en que está representada la diversidad en términos de las abundancias y dominancia de cada especie (Pineda y Moreno, 2015; Mostacedo y Fredericksen, 2000).

Si todas las especies en una muestra presentan la misma abundancia el índice usado para medir la equidad debería ser igual a uno. Por el contrario, el valor de equidad tiende hacia cero cuando una especie domina fuertemente a la población (Magurran, 1989; Mostacedo y Fredericksen, 2000).

Formula del índice de Equidad:

$$J' = \frac{H'}{\log_2 S}$$

Dónde:

$H'$  = Índice de Shannon-Wiener.

$\log_2 S$  = Diversidad máxima ( $H'$  max) que se obtendría si la distribución de las abundancias de las especies en la comunidad fuera perfectamente equitativas

Este trabajo aborda el problema con un enfoque aplicado. Se describen los métodos de estimación de la biodiversidad expresada mediante la riqueza y el índice de Shannon, se propone un método de muestreo para la inferencia, y se discuten los resultados de seis especies, cinco de aves y una de reptil.

El uso generalizado del índice de Shannon como una expresión sintética de la biodiversidad ha estimulado la aparición de estimadores que corrigen el sesgo y mejoran la cuantificación de la variabilidad aleatoria para permitir la construcción de intervalos de confianza. Hasta la década pasada el estimador máximo verosímil constituyó la única opción y su uso generalizado produjo con toda seguridad subestimaciones de los valores reportados en la literatura. La aparición de alternativas que mejoran la estimación puntual porque corrigen el sesgo negativo, como la de Chao y Shen (2003) o de Pla (2004), revitalizan la utilidad de este índice.

De acuerdo con nuestros datos obtenidos, las aves son las más representativas en el área del proyecto, presentando una diversidad media, con un Índice de Shannon del 1.23 y un índice de Simpson del 0.32, representando la diversidad de estas especies en el área de estudio.

A continuación, se muestra la riqueza específica para la fauna silvestre reportada para el área del proyecto, trazo y SAR.

**Tabla IV. 78. Diversidad del total de especies de aves registradas en todo el proyecto**

NOMBRE COMÚN	NUM (Ni)	N TOTAL(N)	ABUNDANCIA RELATIVA (Pi)	S	Diversidad (H')	Diversidad (Simpson)	NOM 059 SEMARNAT 2010
Golondrina alas aserradas	23	101	0.2277	1	0.292	0.025	Sin Estatus
Tirano pirirí	16	101	0.1584	2	0.185	0.005	Sin Estatus
Zanate mayor	14	101	0.1386	3	0.078	0.000	Sin Estatus
Tortolita cola larga	12	101	0.1188	4	0.149	0.002	Sin Estatus
Zopilote aura	10	101	0.0990	5	0.229	0.010	Sin Estatus
Zopilote común	8	101	0.0792	6	0.201	0.006	Sin Estatus
Bienteveo común	7	101	0.0693	7	0.253	0.014	Sin Estatus
Semillero brincador	5	101	0.0495	8	0.078	0.000	Sin Estatus
Piranga capucha roja	2	101	0.0198	9	0.274	0.019	Sin Estatus
Urraca cara blanca	2	101	0.0198	10	0.078	0.000	Sin Estatus
Momoto corona canela	2	101	0.0198	11	0.337	0.052	Sin Estatus

Fuente: SECIRA 2021

**Tabla IV. 79. Diversidad del total de especies de reptiles registradas en todo el proyecto**

NOMBRE COMÚN	NUM (Ni)	N TOTAL(N)	ABUNDANCIA RELATIVA (Pi)	S	Diversidad (H')	Diversidad (Simpson)	NOM 059 SEMARNAT 2010
Lagartija espinosa de cola larga	3	3	100	1	0.0	0.0	Sin Estatus

Fuente: SECIRA 2021

**Tabla IV. 80. Diversidad del total de especies de mamíferos registrados en todo el proyecto**

NOMBRE COMÚN	NUM (Ni)	N TOTAL(N)	ABUNDANCIA RELATIVA (Pi)	S	Diversidad (H')	Diversidad (Simpson)	NOM 059 SEMARNAT 2010
Armadillo	1	1	100	1	0.0	0.0	Sin Estatus

Fuente: SECIRA 2021

En la tabla siguiente se muestra los índices de riqueza, diversidad y equidad aplicados de la fauna silvestre registrada para la zona del proyecto.

**Tabla IV. 81.** Índices de Biodiversidad para el total de especies en el Proyecto

	REPTILES	MAMÍFEROS	AVES
Riqueza	1	1	11
Índice Simpson	0.0	0.0	0.135
Índice H'	0.0	0.0	2.152
Equidad	0.0	0.0	0.898
Dominancia	3	1	23

Fuente: SECIRA 2021

De acuerdo con los resultados obtenidos, las aves son las más representativas en el área del proyecto, presentando una diversidad media, con un Índice de Shannon del 2.152, un índice de Simpson de 0.135, representando una riqueza específica media y una buena equidad, esto es con respecto a la avifauna al ser el grupo faunístico con más especies representadas durante los muestreos en campo. Mientras que el grupo de reptiles y mamíferos no presentan un análisis de diversidad al presentar una baja abundancia en el muestreo. Así mismo la diversidad de aves puede estar asociado a que algunas zonas con condiciones agrícolas actúan como una zona de amortiguamiento para especies residentes y migratorias, aun y cuando las condiciones del sitio no representan a las comunidades de la vegetación original si no que está compuesto por especies vegetales introducidas con fines de reforestación y estéticos (Jiménez, 2009). Este sitio permite de una u otra forma que las poblaciones de aves continúen dentro de la zona del proyecto y son altamente tolerantes a hábitats alterados, también las aves que se observan provienen de los relictos de zonas de vegetación más conservada. Para algunas de estas aves estas áreas con zonas verdes ofrecen una variedad de hábitats, así como de oportunidades de alimentación, refugio y reproducción, creando microambientes para estos organismos. Cabe mencionar que hasta ahora son pocos o nulos los trabajos realizados dentro de esta zona donde se localiza el trazo del camino por modernizar.

Los resultados anteriores corresponden a todos los sitios de muestreo, tanto en el SAR como en el trazo del proyecto, por lo que hicieron recorridos paralelos a las zonas a modernizar y buscando zonas abiertas para los puntos de observación y así tener mayor oportunidad de registro de estas especies con el objetivo de estimar la abundancia y diversidad, contando un total de 101 aves en total.

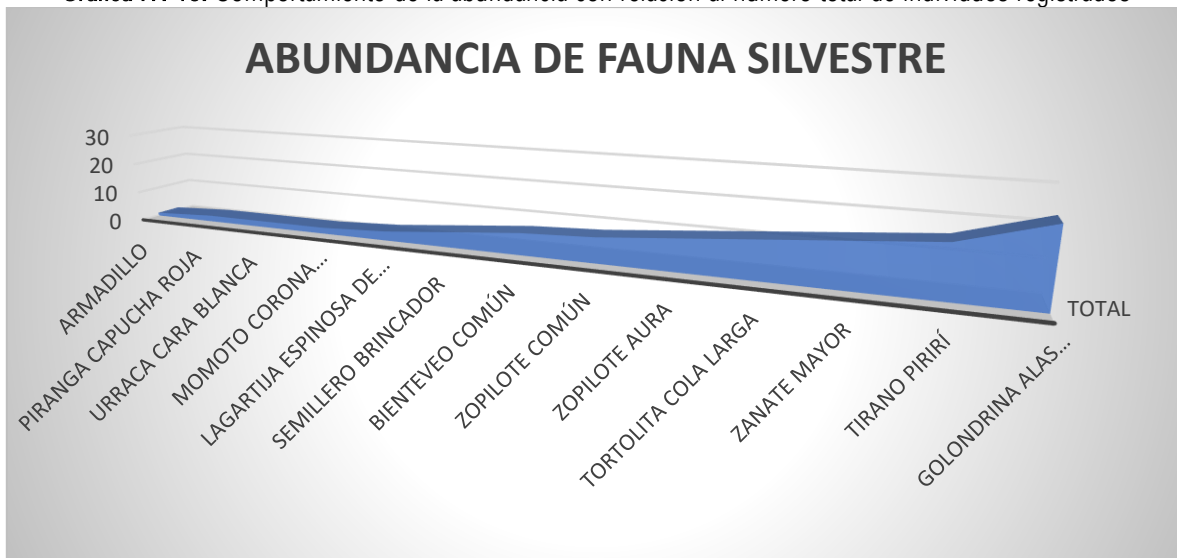
**Gráfica IV. 9.** Diversidad de las especies de fauna registradas en la zona del proyecto



Fuente: SECIRA 2021

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 fragmentación existente por la existencia de terrenos agrícolas, pecuarios y la presencia del camino existente que conecta zonas en vías de urbanización.

**Gráfica IV. 10.** Comportamiento de la abundancia con relación al número total de individuos registrados



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V. 2021

Con base en los resultados de los muestreos realizados, se determinó que la fauna silvestre terrestre en esta zona de herpetofauna y mastofauna es baja, mientras que la presencia de aves es media, debido probablemente a la reducción de recursos vegetales, condicionando a las especies a adoptar una estrategia de gran movilidad altitudinal (Arizmendi *et al.*, 1990). Y otras que incluyen frutos en sus dietas, se comportan como oportunistas, debido a que la mayor abundancia de recursos se concentra en esta época de lluvias (Berlanga, 1991).

En el caso del reptil y la evidencia del mamífero identificado, fueron observados en el SAR y no en el trazo a modernizar. La lagartija se identificó cerca del sitio donde se colocó una trampa cámara; el armadillo (caparacho) se observó cercano al punto de muestro de aves número 14. A continuación, se presentan las coordenadas donde fueron registrados.

**Tabla IV. 82.** Coordenadas del reptil y el mamífero registrados en el proyecto

		<i>Sceloporus siniferus</i>	Lagartija espinosa de cola larga	-
593856	1842012			
593370	1842729	<i>Dasypus novemcinctus</i>	Armadillo	-
				

Fuente: SECIRA S.A DE C.V. 2021

Con base en los resultados obtenidos de los índices aplicados se registraron en total 13 especies de fauna silvestre las cuales 11 fueron aves, por su parte la herpetofauna se hizo presente con una especie (*Sceloporus siniferus*) al igual que el grupo de los mamíferos con la especie *Dasypus novemcinctus* (armadillo), la presencia de armadillo en esta zona se debe a que se considera como una especie muy adaptable y está presente en una amplia variedad de hábitats. Es importante mencionar que las especie más representativas en la zona del proyecto son la Golondrina de alas aserradas, Tirano pirirí y el zanate mayor, esto puede estar asociado a que son especies omnipresentes en áreas abiertas, rurales y urbanas. La presencia dominante de estas especies en el sitio del proyecto es un indicador de la existencia de terrenos abiertos y con cierto grado de perturbación donde aún existen relictos de vegetaciones secundarias donde las aves se pueden refugiar y obtener alimentos.

Tanto en el muestreo del SAR y el proyecto, se empleó el método de distancia que consiste en la selección de puntos al azar y/o ubicación al azar de los transectos y disposición espacial de los individuos. Las distancias entre puntos y transectos fueron tales que no se cuente el mismo individuo en dos puntos o transectos distintos. Se hicieron recorridos paralelos al trazo a modernizar para estimar la abundancia y diversidad, así como puntos de observación fijos dentro del SAR contando un total de 101 aves en total. Además, con este método se obtuvo un índice de abundancia igual o más fiable que el obtenido desde recorridos realizados en un solo lugar.

A continuación, se muestra el análisis del SAR y del Proyecto para conocer las diferencias y así tomar las decisiones de mitigación para que no allá ninguna afectación a las especies tanto en el SAR como en la nueva modernización.

**Tabla IV. 83.** Abundancia Relativa en los sitios de muestreo en el SAR.

NOMBRE CIENTIFICO	NOMRE COMÚN	P13	P14	P15	P16	P17	P18	TOTAL
<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano pirirí	0	0	2	0	0	2	4
<i>Pitangus sulphuratus</i>	Bienteveo común	2	2	0	0	0	0	4
<i>Piranga ludoviciana</i>	Piranga capucha roja	0	0	0	0	2	0	2
<i>Volatinia jacarina</i>	Semillero brincador	0	2	0	0	0	0	2
<i>Cathartes aura</i>	Zopilote Aura	0	2	0	0	0	2	4
<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	0	0	2	2	0	0	4
<i>Columbina Inca</i>	Tortolita cola larga	0	2	4	0	0	0	6
<i>Calocitta formosa</i>	<b>Urraca cara blanca</b>	0	0	0	0	0	0	0
<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate Mayor	0	0	8	0	0	0	8
<i>Momotus mexicanus</i>	Momoto corona canela	0	2	0	0	0	0	2
<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	<b>Golondrina alas aserradas</b>	0	0	0	0	0	0	0
		2	10	16	2	2	4	36

Fuente: SECIRA S.A DE C.V. 2021

La riqueza es de 9 especies, presentando la mayor abundancia *Quiscalus mexicanus* con el 20.0%; seguida *Columbina inca* con el 15.0%; las especies con menor representación son siete especies, ninguna especie se encuentra catalogada en ninguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT.



Gráfica IV. 11. Especies observadas en el SAR



Fuente: SECIRA S.A DE C.V. 2021

Los resultados obtenidos para el análisis del SAR, presenta una diversidad media, con un Índice de Shannon del 2.09 y un índice de Simpson del 0.13, contando un total de 36 aves observas en el SAR.

Tabla IV. 84. Diversidad de Aves para el SAR.

<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano Piriri	6	15.0	0.285	0.023
<i>Pitangus sulphuratus</i>	Bienteveo común	4	10.0	0.230	0.010
<i>Piranga ludoviciana</i>	Piranga capucha roja	2	5.0	0.150	0.003
<i>Volatinia jacarina</i>	Semillero Brincador	2	5.0	0.150	0.003
<i>Cathartes aura</i>	Zopilote Aura	6	15.0	0.285	0.023
<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	4	10.0	0.230	0.010
<i>Columbina Inca</i>	Tortolita Cola Larga	6	15.0	0.285	0.023
<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate Mayor	8	20.0	0.322	0.040
<i>Momotus mexicanus</i>	Momoto Corona Canela	2	5.0	0.150	0.003

Fuente: SECIRA S.A DE C.V. 2021

Los recorridos se hicieron al azar, abarcando con puntos de muestreo los sitios más representativos del SAR, donde se buscaron zonas abiertas para los puntos de observación y así tener mayor oportunidad de registro de estas especies con el objetivo de estimar la abundancia y diversidad, contando un total de 36 aves en total.

**Tabla IV. 85.** Índices de Biodiversidad para el total de las aves en el SAR

Índice Simpson	0.136
Índice H'	2.091
Equidad	0.952
Dominancia	8

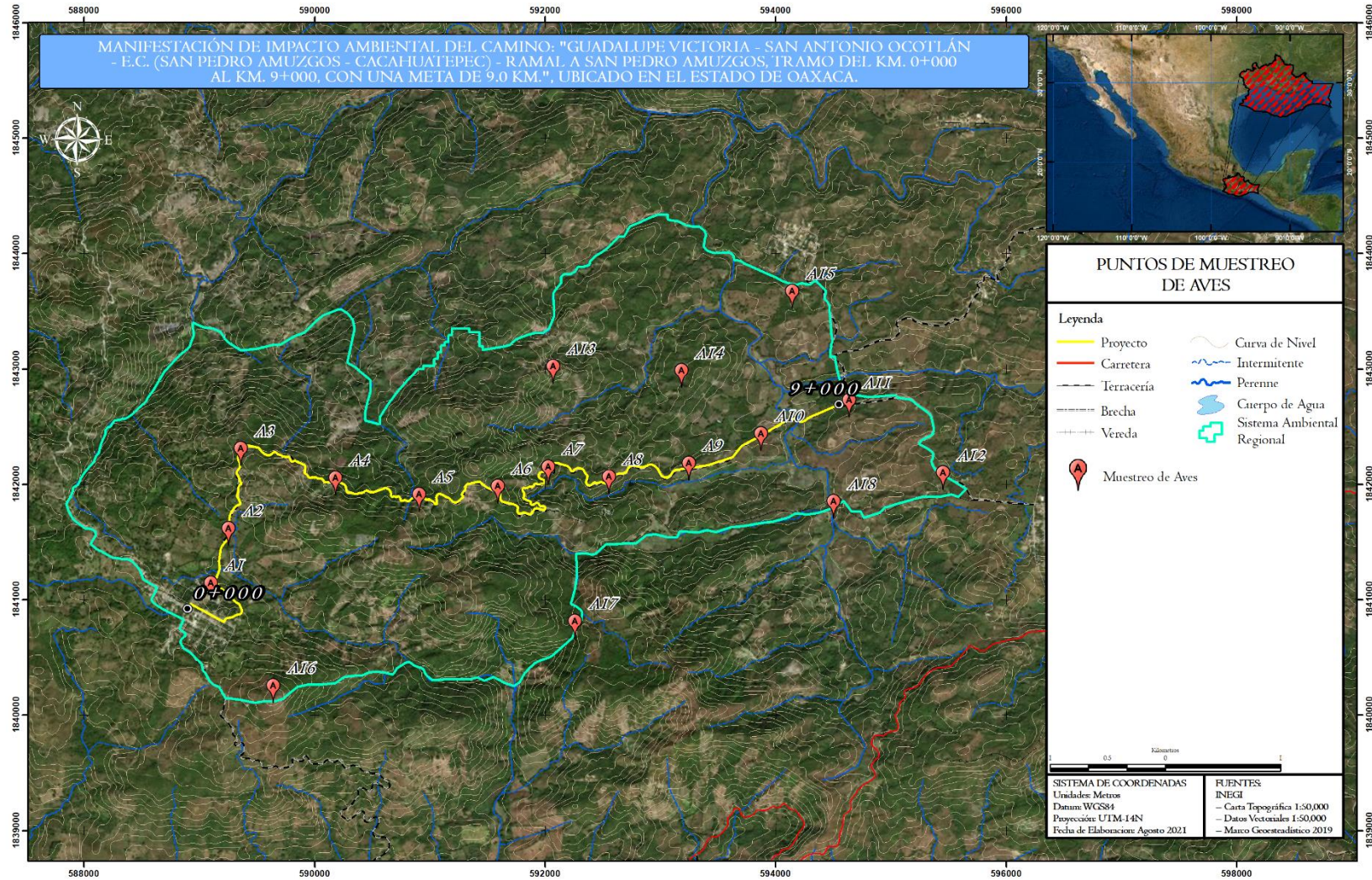
Fuente: SECIRA S.A DE C.V. 2021

**Tabla IV. 86.** Puntos de muestreo de Aves en el trazo a modernizar

NOMBRE CIENTIFICO	NOMRE COMÚN	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	TOTAL
<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano pirirí	2	0	0	2	0	1	0	4	0	2	0	1	12
<i>Pitangus sulphuratus</i>	Bienteveo común	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3
<i>Piranga ludoviciana</i>	<b>Piranga capucha roja</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<i>Volatinia jacarina</i>	Semillero Brincador	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	3
<i>Cathartes aura</i>	Zopilote Aura	0	0	2	0	2	0	0	0	0	2	0	0	6
<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	4
<i>Columbina Inca</i>	Tortolita cola larga	0	0	0	0	3	0	3	0	0	0	0	0	6
<i>Calocitta formosa</i>	Urraca cara blanca	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mayor	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
<i>Momotus mexicanus</i>	<b>Momoto corona canela</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	Golondrina Alas Aserradas	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	7	23
		<b>19</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>10</b>	

Fuente: SECIRA S.A DE C.V. 2021

Imagen IV. 84. Puntos de muestreo de las aves



Fuente: SECIRA S.A DE C.V. 2021

A continuación, se muestra el análisis de los sitios de muestreo sobre el trazo a modernizar para conocer la abundancia y riqueza de especies, para tomar las mejores decisiones sobre las medidas de mitigación para que no allá ninguna afectación a las especies de este proyecto a modernizar.

**Tabla IV. 87.** Diversidad de Aves para el trazo del proyecto

<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano pirirí	12	18.5	0.312	0.034
<i>Pitangus sulphuratus</i>	Bienteveo común	3	4.6	0.142	0.002
<i>Volatinia jacarina</i>	Semillero brincador	3	4.6	0.142	0.002
<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	6	9.2	0.220	0.009
<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	4	6.2	0.172	0.004
<i>Columbina Inca</i>	Tortolita cola larga	6	9.2	0.220	0.009
<i>Calocitta formosa</i>	Urraca cara blanca	2	3.1	0.107	0.001
<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mayor	6	9.2	0.220	0.009
<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	Golondrina alas aserradas	23	35.4	0.368	0.125

Fuente: SECIRA S.A DE C.V. 2021

Los resultados obtenidos para el análisis del trazo a modernizar, presenta una diversidad baja, con un Índice de Shannon del 1.90 y un índice de Simpson del 0.194, contando un total de 65 aves en la zona muestreada.

La riqueza es de 9 especies, presentando la mayor abundancia *Selgidopteryx serripennis* con el 35.4%; seguida *Tyrannus melancholicus* con el 18.5%; las especies con menor representación son siete especies, de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT, ninguna especie se encuentra catalogada en alguna categoría de riesgo.

**Gráfica IV. 12.** Abundancia de especies en el trazo del proyecto a modernizar.



Fuente: SECIRA S.A DE C.V. 2021

Los recorridos se hicieron al azar, estando siempre en la zona que se verá afectada al proyecto y en puntos paralelos a este abarcando siempre sitios representativos del trazo a modificar, esto con el fin de tener mayor oportunidad de registro de estas especies con el objetivo de estimar la abundancia y diversidad, contando un total de 65 aves en total.

**Tabla IV. 88.** Índices de Biodiversidad para el total de las aves en el trazo del proyecto

Índice Simpson	0.136
Índice H'	1.902
Equidad	0.866
Dominancia	23

Fuente: SECIRA S.A DE C.V. 2021

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 aves 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.

Debido a que la mayoría de las especies observadas fueron aves, se hizo un comparativo del total de aves registradas, con las registradas en el SAR y las registradas en el trazo del proyecto.

**Tabla IV. 89.** Índices de Biodiversidad para los órdenes encontrados en el proyecto.

Orden	Índice de Shannon Wiener	Índice de Simpson
Aves (SAR)	2.091	0.136
Aves (Trazo)	1.902	0.136
Aves (Total)	2.152	0.135

De acuerdo con estos resultados podemos observar que la abundancia de especies es mayor en el SAR, aun cuando la riqueza es diferente para las dos áreas (SAR y/o trazo a modernizar), la diversidad es media para todo el proyecto. Como ya se mencionó empleamos el método de puntos, las distancias entre puntos y transectos deben ser tales que no se cuente el mismo individuo en dos puntos o transectos distintos.

Se sugiere hacer monitoreos de la fauna silvestre de la zona, para poder evidenciar su presencia en la zona del proyecto. Llevar a cabo las medidas precisas de mitigación, prevención y compensación para asegurar la protección, conservación y preservación fauna silvestre en general, mediante monitoreos puntuales; empezando tres meses antes de que se lleven a cabo las obras del trazo a modernizar, durante y después, donde se tenga el registro en una bitácora de los muestreos y así conocer el desplazamiento de las especies observadas durante este monitoreo como medida de mitigación, esto con el fin de desplazar momentáneamente a las especies estén o no catalogadas en la NOM.059.

### Especies indicadoras

Las aves son buenos indicadores de la salud de los ecosistemas; los cambios en sus poblaciones reflejan cambios en los hábitats, por ejemplo, en la calidad del agua, en la presencia de enfermedades y en el clima. Estas proporcionan servicios ambientales invaluable, como el control de plagas, la dispersión de semillas y la polinización.

Las aves son indispensables para mantener la salud de los ecosistemas, controlan plagas y vectores de varias enfermedades al consumir enormes cantidades de insectos y roedores, facilitan la descomposición y el reciclaje de los nutrientes al

alimentarse de carroña, polinizan las flores y dispersan las semillas de muchas especies de plantas (Feria-Arroyo y Peterson, 2002). También construyen cavidades para sus nidos en árboles o en el suelo, que son vitales para otras especies de vida silvestre. Las aves proveen estos servicios a lo largo de sus rutas migratorias a través del continente.

La pérdida de hábitat en los sitios de paso o de descanso representa una causa mayor de mortalidad. A lo largo de año, las amenazas de origen antropogénico tales como ventanas, estructuras altas e iluminadas, el uso indiscriminado de plaguicidas y los gatos domésticos, contribuyen significativamente con las disminuciones poblacionales de muchas especies. La protección de los hábitats de paso o descanso, especialmente a lo largo de las cadenas montañosas, corredores riparios y otras avenidas para la migración, es una prioridad de gran relevancia. La disminución de las poblaciones de aves es un claro indicador de la degradación de los ecosistemas, lo cual se relaciona con la reducida calidad de vida.

Para ser efectivos, los programas de conservación 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.

### Requerimientos de hábitat de la Fauna Silvestre

El hábitat de un animal silvestre provee de ciertos elementos esenciales: refugio, alimento, agua, sitios de reproducción (nidos, madrigueras, cuevas) y una zona claramente bien definida, llamada territorio, en la cual un animal tiene dominio físico contra invasores (Alvarez y Lachica, 1991). Si este hábitat se ve impactado de alguna forma, los animales buscan lugares más seguros para proveer estos elementos.

La cubierta vegetal (que será removida), puede servir para proteger un animal de condiciones climáticas adversas. Por ejemplo, los árboles que alivian a los nidos de calores del medio día; estos al ser removidos, hacen que las especies que los habitan, como las aves, estas buscan nuevos árboles para hacer sus nidos, descanso, sombra y percha. La cubierta puede amparar también a los animales silvestres de sus depredadores. Respecto al recurso del agua, los animales pueden sobrevivir durante semanas si alimento, pero solo unos cuantos días sin agua. Por ejemplo, las huilotas pueden volar más de 50km, del sitio donde anidad a las fuentes de agua (Morales-Pérez y Navarro-Sigüenza, 1991).

*Alimento.* A base de sus hábitos alimenticios, los animales vertebrados pueden clasificarse como herbívoros, pero esta, está sujeta a las modificaciones basadas en perturbaciones al lugar. El acceso de un animal al alimento adecuado puede estar influido por muchos factores, incluyendo la densidad de población, incluyendo la densidad de población, el clima, la destrucción del hábitat (por fuego, apertura de caminos, inundaciones, fragmentación del hábitat, o insectos). A causa de que los mamíferos (y presumiblemente las aves) pueden emplear el 90% del tiempo de actividad buscando alimento, la importancia de la disponibilidad de alimento es básica; y si en estas franjas son removidas, estas especies afectadas tienden a migrar y buscar mejores condiciones de hábitat.

Cabe mencionar que el espacio vital de los herbívoros usualmente tiene áreas de dispersión más pequeñas que los carnívoros. Al ser removida la vegetación de las que se alimentan, estos buscaran especies para su hábito alimenticio. Los animales que ocupan un hábitat deteriorado necesitan áreas más grandes que los que viven en hábitats en buenas condiciones.

Para el caso de las aves, Feria – Arroyo y Peterson (2002), resume las varias funciones para las cuales pueden servir el territorio de estas especies, provisión de alimento apropiado; medio para mantener la unidad y el establecimiento de una pareja; regulación de la densidad de población (los territorios, son en promedio, más pequeños en donde el alimento es abundante); reproducción de la interferencia con actividades de crianza (copulación, construcción del nido, incubación); reducción de las pérdidas por depredación resultantes de familiarizarse con los sitios de refugio, así como de la dispersión de la población); y reducción de la transmisión de enfermedades infecciosas.

*Incremento de hábitats.* Cuando un ecosistema es fragmentado por causas antrópicas, esto repercute al hábitat de muchas especies. El hábitat fragmentado tiene dos características que lo hacen diferente del hábitat original; los fragmentos tienen una mayor proporción de hábitat adyacente a actividades humanas y el centro del fragmento está más cerca del borde (Andrén, 1994; Fahrig, 2003).

La reducción, fragmentación y deterioro del hábitat terminan por producir una atomización de las distribuciones originales en subpoblaciones cada vez más pequeñas y aisladas, sometidas a problemas crecientes de viabilidad genética y demográfica. El hábitat de borde está sujeto a perturbaciones de origen antrópico, tales como extracción de leña, ingreso de animales domésticos (perros, gatos, ratones), lo que significa menor calidad de hábitat. (Frankham, 1995; Hedrick, 2001).

Los fragmentos se encuentran aislados unos de otros por zonas altamente modificadas o degradadas; son el equivalente a una isla de hábitat en un mar de áreas antrópicamente modificadas. La fragmentación ocurre tanto cuando un área es parcialmente reducida en superficie, como cuando el hábitat original se divide por caminos, canales, vías férreas, líneas de transmisión, gasoductos, cercos, cortafuegos o cualquier otra barrera al libre desplazamiento de las especies.

La fragmentación también restringe la dispersión de especies de lento desplazamiento y su colonización; por ejemplo, algunas especies de reptiles no cruzan los trechos desforestados, por lo tanto, los fragmentos en los que la especie desapareció no serán recolonizados. A medida que algunas especies desaparecen de los fragmentos debido a procesos poblacionales o por algunas de las causas señaladas en el modelo del vórtice de extinciones, éstas no son repuestas y la tendencia es a una disminución de la diversidad en el tiempo.

### Medidas de mitigación




Las medidas de mitigación ambiental constituyen el conjunto de acciones de prevención, control, atenuación, restauración y compensación de impactos ambientales negativos que deben acompañar el desarrollo de un proyecto, a fin de asegurar el uso sostenible de los recursos naturales involucrados y la protección del medio ambiente.

Se deben establecer acciones de control y monitoreo de la fauna existente en el área 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 efficientar las acciones de manejo que se implementen. Para 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.

Con base en el análisis efectuado, las medidas que se presentan a continuación implican acciones con tendencia a disminuir la caza y/o captura, así como el índice de atropellamiento, debido a que se debe prevenir no importando si existen especies de fauna silvestre residentes o migratorias para su protección y conservación, así como de cualquier especie que transite por la zona.

Es necesario implementar medidas de mitigación, pero las mismas sólo pueden ser llevadas a cabo de manera efectiva cuando están basadas en estudios detallados que determinen, entre otras cosas: la periodicidad, la distribución espacial, las especies más afectadas y su relación con las características del paisaje a lo largo del cual la ruta transcurre (Seijas *et al.*, 2013).

Se llevarán a cabo monitoreos, para conocer la presencia o ausencia de especies de fauna silvestre en la zona del proyecto.

-  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.
-  Se realizarán las estrategias que disminuyan el atropellamiento de las especies de fauna, señalamientos, así como pasos de fauna.
-  En los sitios de obra se instalarán señalamientos alusivos al comportamiento que deberá tener el personal respecto a la conservación y se llevarán a cabo monitoreos en sitios dentro del proyecto. Esto con el fin de garantizar la presencia o ausencia de fauna vulnerable en el área del proyecto.

Se estima que los impactos sobre la fauna serán reducidos de forma significativa mediante la implementación de este tipo de medidas de mitigación específicas y genéricas, razón por la cual no se plantean medidas de prevención para la fauna cuestionada en este proyecto.

### Refuerzo de la señalización de advertencia

Se trata de una medida destinada a alertar a los usuarios de las vías de la alta probabilidad de cruce de fauna silvestre por la carretera, y conseguir que reduzcan su velocidad de circulación.



La señal vertical normalizada que advierte de la probable irrupción de fauna silvestre en la carretera es poco efectiva debido a su profusa utilización en muchísimos tramos de carreteras. Por ello se aplican paneles especiales para reforzar el mensaje de advertencia. Cabe destacar que todas las señales deberán ajustarse a la normativa de señalización y, cuando se utilicen elementos singulares, se requerirá la autorización previa de los organismos competentes.

En los tramos en los que se registren especies antes y durante la construcción del proyecto y se la probabilidad de accidentes causados por colisiones con mamíferos se puede reforzar la señalización de advertencia mediante los siguientes métodos:

- Añadir señalización de limitación de velocidad.
- Colocar la señal de advertencia sobre paneles de fondos de color llamativo.
- Incorporar señales luminosas, preferentemente destellantes.
- Aplicar señalización horizontal, indicando en el pavimento la entrada en un tramo con alto riesgo de cruce de fauna silvestre.

Se deben considerar letreros alusivos a la presencia de este tipo de fauna silvestre (mamíferos medianos) creando una medida que prevenga el atropellamiento dentro de estas zonas. Esta consistirá en la colocación de varios carteles sobre la ruta acerca de la presencia y cruce de fauna, así como la difusión de la problemática a través de folletos y en distintos medios de comunicación locales.

**Tabla IV. 90.** Ejemplos de señalamientos

Medida	Especie	Ejemplo	Criterios de colocación
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Local 75x75</li> <li>• Autopista 90x90</li> <li>• Carretera 109x109</li> <li>• 244x122 (cuando vayan acompañadas de un letrero)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Venado</li> <li>• Ganado</li> <li>• Caballo</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hechos de aluminio 0.081" (mínimo).</li> <li>• Se utilizan en caminos locales, de baja velocidad, autopistas y carreteras.</li> <li>• En sitios con previo historial de accidentes relacionados con alces, ciervos u otra especie animal.</li> <li>• Si el área de cruce cubre una distancia de más de 1 km, se usará un letrero que indique la distancia pertinente (por ejemplo: próximos 200 metros). Los señalamientos no deben estar separados por más de 8 km.</li> <li>• Se puede requerir señales de advertencia intermedias cuando los animales cruzan aleatoriamente a lo largo de un tramo extenso de la carretera o si hay intersecciones intermedias con tránsito intenso.</li> <li>• Deben usarse versiones de gran tamaño de estos letreros en carreteras de varias vías o donde se requiera un énfasis especial.</li> </ul>
 <p>Triángulo de 60 a 150</p> <p>Placa acompañante: altura y ancho variable, depende de la leyenda</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Animales silvestres</li> <li>• Aves silvestres</li> <li>• Ganado</li> <li>• Felinos</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuando existe la posibilidad de que haya presencia o cruces de animales silvestres en el camino o carretera.</li> <li>• Se coloca una leyenda que diga "durante" y el número de kilómetros durante los cuales exista riesgo de incidentes con fauna. Puede colocarse o no, la palabra "ANIMALES" al principio de la leyenda.</li> <li>• El letrero triangular no debe colocarse a menos que esté acompañado de una placa que muestre una leyenda.</li> <li>• El letrero también puede instalarse en la parte trasera de un vehículo de mantenimiento vial.</li> <li>• El letrero debe colocarse de modo que la parte superior no esté a menos de 55 cm ni a más de 100 cm por encima de la superficie de la calzada adyacente (The Traffic Signs Regulations and General Directions, Statutory Instruments, 2016).</li> </ul>

Otro punto importante que considerar, es tener una investigación sobre las colisiones vehículo-animal esto con el propósito fundamental: de reducir los accidentes y aumentar la seguridad de los conductores en las carreteras, y por otro lado minimizar el impacto en las poblaciones de especies de fauna.

#### **Propuesta de pasos para fauna.**

Se crearán pasos de fauna en caso de que en los muestreos se tenga alguna ocurrencia de distribución cercano a esta modernización; también se considera para otras especies de mamíferos medianos por lo que se hace la consideración que se adapten a las estructuras de drenaje (algunas obras de drenaje cumplirán dos funciones: drenaje y pasos de fauna), esto con el fin de disminuir al máximo el efecto barrera y el índice de muertes de fauna por atropellamiento, y con ello permitir la permeabilidad entre los hábitats separados por la obra y así garantizar el funcionamiento de los ecosistemas.

Los pasos de fauna que se requieren están en función de la región y hábitos de las especies donde se pretende construir una carretera, ya que todas las carreteras existentes en México solo presentan obras diseñadas para el flujo de agua, principalmente en zonas muy accidentadas topográficamente o en donde existen numerosos cuerpos de agua superficiales. Se conoce que en las carreteras donde se incluyen obras de drenaje, la fauna hace uso de éstas para cruzar la carretera.

Dichos pasos de fauna deberán ser construidos de acuerdo con las características de las especies de fauna que habitan la región y de probable ocurrencia, así como las que se lleguen a encontrar en el momento de la construcción de este proyecto. Un equipo especializado, en coordinación con las autoridades pertinentes, se deberán analizar en el trazo y ubicar los sitios de mayor movimiento de fauna, para establecer las medidas que deberán cumplir los pasos de fauna, tomando como base lo mencionado por el Ministerio de Medio Ambiente.

**Tabla IV. 91.** Número de pasos para fauna recomendado para distintos grupos de vertebrados terrestres (Tomado de Ministerio de Medio Ambiente 2006).

TIPOS DE HÁBITAT INTERCEPTADOS	NÚMERO MÍNIMO RECOMENDADO DE PASOS PARA DISTINTOS GRUPOS DE VERTEBRADOS	
	PASOS ADECUADOS PARA GRANDES MAMÍFEROS	PASOS ADECUADOS PARA VERTEBRADOS MEDIANOS Y PEQUEÑOS
Hábitats forestales y otros tipos de hábitat de interés para la conservación de la conectividad ecológica.	1paso/Km	1paso/500m
Hábitat transformado por las actividades humanas (incluyendo zonas agrícolas)	1paso/3 Km	1paso/Km

#### **Creación de pasos para fauna.**

Los pasos de fauna que se construyan, como ya se mencionó cumplirán dos funciones: drenaje y pasos de fauna, los cuales deben diseñarse a manera que puedan ser utilizados por el más amplio número posible de especies o taxones y no solo las especies mencionadas para su protección especial (mamíferos). Por ello, y para facilitar la selección del tipo de paso más adecuado a cada situación, se han identificado grupos relativamente homogéneos en cuanto a la tipología y dimensiones de los pasos que requieren para cruzar las infraestructuras viarias. En relación con el tipo de paso de fauna, se establecen dos grupos de referencia de fauna terrestre:

Las dimensiones que se recomiendan para los pasos de fauna estarán en función del tipo de animales que los utilizarán. Por lo tanto, considerando lo propuesto por el Ministerio de Medio Ambiente (2006), en la construcción de pasos de fauna las dimensiones mínimas se muestran a continuación.








**Tabla IV. 92.** Dimensiones de los pasos inferiores para vertebrados medianos

<b>Paso superior específico para pequeños y medianos vertebrados</b>	Específico para fauna	2 x 3 m
<b>Drenaje adaptado para pequeños y medianos vertebrados</b>	Mixto: Paso de Fauna + drenaje	2 x 3 m
<b>Paso superior específico para grandes mamíferos</b>	Específico para fauna	7 x 3.5 m
<b>Paso inferior multifuncional</b>	Mixto: Paso de Fauna + drenaje	7 x 3.5 m

En cuanto a las estructuras de drenaje menor, aun cuando estas pueden funcionar como pasos de fauna, es necesario que algunas de estas estructuras sean modificadas para que tengan un uso mixto; es decir estas deberán permitir el libre flujo de agua y a su vez funcionar como pasos de fauna, permitiendo la permeabilidad entre los parches de vegetación.

### Crterios

Los criterios que se deben tomar en cuenta para el diseño y construcción de este tipo de paso para fauna son:

-  Para la adecuación de obras de drenaje es necesario aumentar el gálibo de la obra analizada con el fin de poder realizar las adaptaciones necesarias para la fauna, conservando el flujo hidráulico que marca el proyecto, lo que implica en algunas ocasiones la sustitución de la obra de drenaje por una mayor en carreteras existentes, o la sustitución del diseño inicialmente considerado en proyecto para el mismo fin.
-  En caso de que el criterio anterior no resulte viable, analizar las obras complementarias indicadas anteriormente que se puedan adaptar para funcionar como pasos para fauna sin afectar el área y funcionamiento hidráulico.
-  Si los dos criterios anteriores no son una opción, es necesario considerar la instalación de un paso para fauna específicamente construido para la movilización de animales, independientemente de que exista una obra de drenaje próxima.
-  Las adaptaciones para conformar pasos mixtos incluyen actividades y estructuras tanto dentro como fuera de la obra de drenaje, por ejemplo, la colocación de barreras de mallado o sólidas opacas en ambos costados en el exterior de la estructura para reducir el ruido generado por los automóviles o trenes, conducir a los animales hacia el paso y protegerlos en su cruce.
-  De acuerdo con el Manual de proyecto de drenaje y subdrenaje de la SCT (M·PRY·CAR·4·01·003/16) se tienen 4 tipos de obras de drenaje:
  - i. Tubulares de concreto reforzado, de lámina corrugada de acero y de tubo corrugado de polietileno de alta densidad.
  - ii. Losa de concreto hidráulico.
  - iii. Cajón.
  - iv. Bóveda.
-  Los tipos de obras de drenaje mencionados en el criterio anterior pueden fungir como pasos mixtos al adaptarlos de acuerdo con las necesidades de las especies que habiten en la zona. En nuestro país, estos pasos pueden ser utilizados por mamíferos grandes, medianos y pequeños, además de anfibios y reptiles, por lo que deben implementarse combinaciones de estas obras de drenaje para dar una mayor capacidad a los animales de diferentes tamaños y formas para moverse.
-  Para mamíferos medianos y pequeños alcantarillas mayores de 1 a 1.5 m de alto pueden ser adecuadas para el paso de varias especies.

- 🐾 En caso de obras tubulares, diámetros menores a 1.5 m sólo son recomendables para sitios donde se busca el paso de anfibios o reptiles pequeños. Tubos con diámetros de 0.3 a 0.5 m pueden resultar aceptados para paso de tejones y otros mamíferos excavadores, pero no son apropiados para establecer pasos multiespecie.
- 🐾 Los tubos de polietileno de alta densidad pueden ser buenos pasos para anfibios en zonas húmedas, e incluso para peces, como se describe más adelante.
- 🐾 En cualquier caso, para poder adaptar obras de drenaje con forma tubular como paso para fauna terrestre se requiere establecer un fondo plano en el piso de ésta para que puedan caminar por ahí los animales, lo que implica reducir en al menos  $\frac{1}{4}$  el área libre del ducto con la colocación de este relleno formando una pasarela de concreto, lo que hace que sean poco funcionales y por consiguiente menos recomendados.
- 🐾 La colocación de vegetación será viable en las zonas dentro de los límites del derecho de vía y los laterales del cauce de agua dentro y fuera de éste, ya que en el tramo central del paso las condiciones no son las adecuadas para el establecimiento de vegetación pues requiere conservarse la función hidráulica. La colocación de vegetación para ocultar el paso y conectarlo con la vegetación aledaña debe analizarse de forma particular en cada caso y por especialistas en la materia para definir las mejores opciones y la adecuada colocación de las especies de plantas.

### Propuesta de Prefabricados

- 🐾 Se pueden utilizar prefabricados de concreto desde 1.0 m x 1.0 m, hasta 3.0 m x 3.0 m, que se encuentran diseñadas bajo las siguientes normativas:
  - 🐾 i. AREMA (American Railway Engineering and Maintenance Association) Design Manual 2018, parte 2 (Reinforced Concrete Design), parte 12, Reinforced concrete culvert pipe (2018) y parte 16 Concrete Box culverts (2006).
  - 🐾 ii. AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) LRFD Bridge Design Specifications (8th Edition 2017).
  - 🐾 iii. Normativa para la Infraestructura del Transporte de la SCT, y que forma parte de la colección de documentos de la Normativa para el Proyecto Puentes y Estructuras (N PRY CAR 6 01 002/01 y N PRY CAR 4 01 003/01).
  - 🐾 iv. *Manual de diseño de obras civiles de la CFE*, Diseño por Sismo (2015).
  - 🐾 v. EN-1998-2. Design of structures for earthquake resistance. Part 2: Bridges (2005).
  - 🐾 vi. Las estructuras prefabricadas cuentan con los siguientes requerimientos:
    - 🐾 • Paredes y losas superior e inferior con un ancho mínimo de 0.25 m.
    - 🐾 • Los materiales de relleno serán de banco de material de préstamo y serán aprobados por la dependencia de acuerdo con lo especificado en el estudio de mecánica de suelos.
    - 🐾 • Recubrimientos en las paredes laterales de malla geotextil y piedra filtro.
    - 🐾 • Dren de Tubería de PVC de 4"Ø.
    - 🐾 • Encofrado de concreto  $f_c$  200 kg/cm<sup>2</sup>.
- 🐾 En la siguiente figura se presenta de manera ilustrativa una obra de drenaje tipo cajón de una sección.

Imagen IV. 85. Obra de drenaje de cajón prefabricada de una sección.

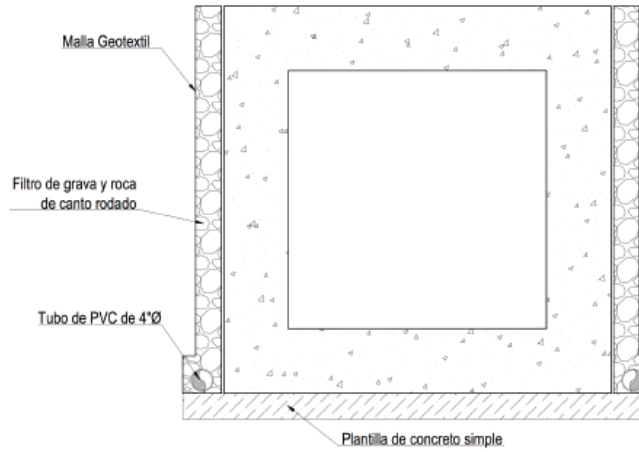
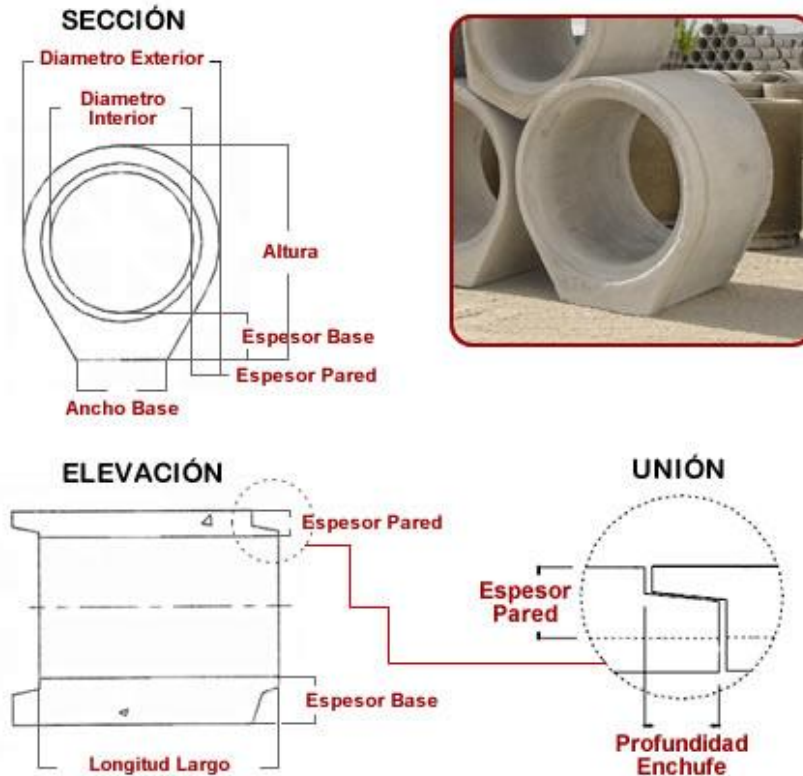


Imagen IV. 86. Tubo de Hormigón armado propuesto para obra de drenaje

**TUBO DE HORMIGÓN ARMADO**

DIAMETRO NOMINAL (mm.)	TIPO DE Hº	TIPO DE JUNTA	DIMENSIONES (mm.)				PESO (kg/Pza)
			A	B	C	D	
600	H-21	RIGIDA	645	600	1000	40	353
800		RIGIDA	900	800	1000	50	531
1000		RIGIDA	1100	1000	1000	50	830
1200		RIGIDA	-	1200	1000	-	-
1500		RIGIDA	-	1660	1500	1000	90

Imagen IV. 87. Tubo de Hormigón armado con base plana propuesto para obra de drenaje



Cabe mencionar que el número, diseño y ubicación de los pasos de fauna pueden cambiar una vez que se comience a trabajar con la construcción del proyecto, por lo que será necesario contar con la colaboración de personal especializado en fauna; para que, con base en las especies de la región y las necesidades de estas, se modifique el número, ubicación y diseño de los pasos de fauna.

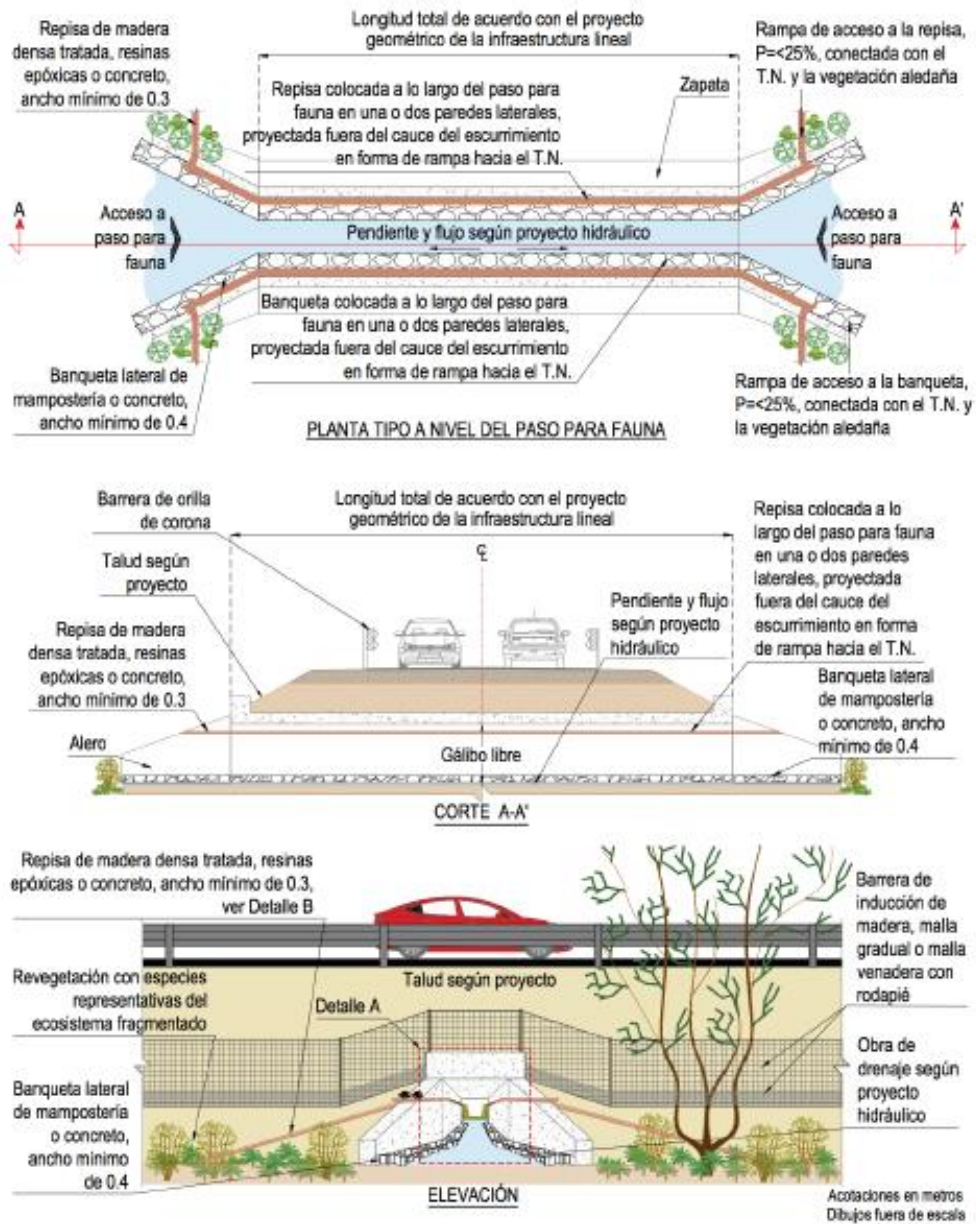
Sin embargo, estas propuestas son consideradas para las especies de probable distribución en el trazo, así como las acciones de captura y reubicación de las especies que lleguen a encontrar en el momento de la obra.

Se ubicarán pasos de fauna en todos los lugares en los que, a partir del análisis de los factores indicados en el punto anterior, se determine que sean necesarios para:

- 🐾 Facilitar puntos de cruce seguros que eviten el acceso de fauna silvestre que comporte riesgo para la seguridad vial a las plataformas de circulación de vehículos.
- 🐾 Evitar que queden aislados fragmentos de hábitat de las especies de referencia.
- 🐾 Facilitar a los animales el acceso a los recursos básicos (zonas de alimentación, refugio, reproducción, etc.) para el mantenimiento de una determinada población.
- 🐾 Facilitar estructuras de paso que permitan franquear la infraestructura vial en rutas de desplazamiento habitual de fauna.

A continuación, se presentan las características de los pasos de fauna a construir y/o modificar para este proyecto, para todas las especies que se distribuyan en la zona.

Imagen IV. 88. Características y condiciones de pasos de fauna en la zona del proyecto



Podemos decir que la altura de las obras es el factor principal que debe considerarse, cuando se pretenda dar funcionalidad a las obras de drenaje como pasos mixtos (pasos de fauna), es decir, para permitir el cruce de un mayor número de especies e individuos, se tienen que establecer obras que en promedio tengan alturas de 2m. Para proyectos carreteros ubicados en zonas tropicales, consideramos que, si a las obras de drenaje se les diseña como obras mixtas, se puede tener una excelente funcionalidad para el cruce de fauna, con el objeto de reducir el número de atropellos y mantener la conectividad entre las poblaciones que quedan aisladas cuando una carretera fragmenta un hábitat.

**Imagen IV. 89.** Características generales de un paso de fauna mixto



Para saber que tanto éxito tienen los pasos de fauna se debería realizar un monitoreo de atropellamiento diario durante 3 meses de la época de lluvias y 3 meses de la época de secas, con esto se sabría el grado de éxito de los diseños y su ubicación.

## CONCLUSIONES

En el caso de las aves y los mamíferos, durante el proceso de extracción se alteran las condiciones de vida de estas especies, las cuales se alejan en la temporada de corta, pero como las áreas se abandonan por varios años, la fauna regresa. Por otra parte, el uso de los recursos forestales no depende de la distribución de las especies maderables, sino de la fecha de dotación de los ejidos y el tamaño y la orientación que la producción ejidal tuvo inicialmente.

De acuerdo con los índices obtenidos se considera que la diversidad de aves es media, mientras que la diversidad de mamíferos, anfibios y reptiles se considera baja al registrarse solo una especie de cada grupo durante los levantamientos en campo. Por lo anterior se considera que el proyecto no tendrá un impacto significativo sobre el recurso fauna, ya que el grupo más abundante son las aves mismas que perchan y se alimentan en zonas cercanas al proyecto y vuelan para refugiarse en zonas alejadas y mayormente conservadas, dado que el proyecto se refiere a una modernización en donde el ancho actual cumple con los requerimientos técnicos y que los recursos vegetales se verán mínimamente afectados en algunas zonas de curvas, se considera que el hábitat de estas especies no se verá modificado y la fauna no se verá afectada en el largo plazo ya que las especies que conforman los ecosistemas circundantes ya se encuentran adaptadas a la presencia del camino.

Por lo anterior, y tomando en cuenta que se trata de una pequeña parte de un ecosistema impactado por zonas abiertas, actividades agropecuarias y que el proyecto se pretende desarrollar sobre una carretera existente y que solo se trata de la modernización de un camino existente que cumple con el ancho requerido y que no se requerirá cambio de uso de suelo en terrenos forestales; se puede considerar que las pocas especies de fauna reportadas para esta zona se encuentran representadas en algún momento dentro de la superficie específica del proyecto, ya sea como área de paso y percha, sobre todo de algunas aves que toleran en mayor grado la presencia humana, de tal forma que no existirá afectación a la fauna silvestre de la región por el desarrollo del 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 del SAR del proyecto, el cual cuenta diferentes asociaciones vegetales las cuales corresponde a Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Mediana Subcaducifolia y Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia, cabe señalar que estos ecosistemas que serán modificados por la inclusión del proyecto; dentro del SAR se realizaron 7 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 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 3.26, 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 área de influencia del proyecto es Alta, con una Equitatividad (grado de igualdad de la distribución de la abundancia de las especies) alta de 0.83, 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 SAR del presente estudio puede encontrarse con cierto grado de perturbación.

Al respecto la Fauna, los resultados obtenidos para el análisis del SAR, presenta una diversidad media, con un Índice de Shannon del 2.337, un índice de Margalef de 3.462 y un índice de Pielou de 0.911, representando una riqueza específica media y una buena equitatividad. Como ya se mencionó, debido a que el proyecto es el mejoramiento de un camino existente de terracería, 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 *Enterolobium cyclocarpum* con 85.55 y *Bursera excelsa* con 69.53, la primera crece en zonas perturbadas

de selvas altas y medianas, mientras que la segunda especie cuenta con buena abundancia ya que se encuentra distribuida en la mayoría de los Usos de Suelo y Vegetación del SAR.

En cuestión de la fauna silvestre, la riqueza es de 13 especies de fauna de las cuales 11 fueron aves, por su parte la herpetofauna se hizo presente con una especie (*Sceloporus siniferus*) al igual que el grupo de los mamíferos con la especie *Dasyus novemcinctus* (armadillo), la presencia de armadillo en esta zona se debe a que se considera como una especie muy adaptable y está presente en una amplia variedad de hábitats. De acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 ninguna especie se encuentra en algún estatus de conservación.

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 sitio donde se pretende la realización de esta propuesta, el ecosistema a afectar es Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Mediana Subcaducifolia y Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia, la primera de ellas tiene especies que pueden medir entre 25 y 30 m. La densidad de árboles y su cobertura es mucho menor que la de las selvas altas perennifolias y subperennifolias, y ocupa territorios menos húmedos –entre 1,000 y 1,200 mm anuales de lluvia. En la temporada de lluvias la cobertura puede ser lo suficientemente densa para disminuir la incidencia de luz solar en el suelo, lo que evita el crecimiento de especies herbáceas en el sotobosque. Esta vegetación crece en altitudes entre los 150 y 1,250 msnm. Entre las especies que componen este tipo de vegetación destacan: guapinol (*Hymenaea courbaril*), parota (*Enterolobium cyclocarpum*), *Piscidia piscipula*, palo mulato (*Bursera simaruba*), amate o matapalo (*Ficus spp.*), hormiguillo

(*Cordia alliodora*), *C. elaeagnoides*, sangregado (*Croton draco*), *Plumeria rubra*, *Vitex mollis*, *Pterocarpus acapulcensis*, *Ceiba pentandra* y *Pseudobombax ellipticum*, entre otras. Las epifitas y las plantas trepadoras, así como el estrato herbáceo son reducidos en comparación con ambientes más mesófilos.

La sucesión secundaria en las selvas tropicales húmedas es un proceso continuo, en la etapa inicial los factores más relevantes son los que rigen el proceso de colonización, hasta llegar a estadios más avanzados en los que la habilidad competitiva de las especies y su tolerancia a las condiciones son las que tienden a regular los patrones de reemplazo de especies, las relaciones de dominancia y los tipos de asociaciones en un sitio (Guariguatay Ostertag, 2001; Wiegleb y Felinks, 2001). Durante los distintos estadios de la sucesión el número de especies dominantes del dosel cambia, en las selvas jóvenes es dominado por pocas especies, pero la relación se va equilibrando (codominancia) a medida que alcanzan la madurez. 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, de los siguientes tipos:

- ✓ Arbórea.
- ✓ Arbustiva.
- ✓ Herbácea.

En lo que concierne a Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia. Se le encuentra desde el nivel del mar hasta unos 1 900 m, rara vez hasta 2 000 m de altitud, principalmente sobre laderas de cerros con suelos de buen drenaje, en la vertiente del golfo no se le ha observado arriba de 800 m la cual se relaciona con las bajas temperaturas que ahí se tienen si se le compara con lugares de igual altitud de la vertiente del pacífico.

Los componentes arbóreos de esta selva presentan baja altura, normalmente de 4 a 10 m (eventualmente hasta 15 m). El estrato herbáceo es bastante reducido y sólo se puede apreciar después de que ha empezado claramente la época de lluvias y retoñan o germinan las especies herbáceas. Las formas de vidas crasas y suculentas son frecuentes, especialmente en los géneros *Agave*, *Opuntia*, *Stenocereus* y *Cephalocereus*. En este tipo de selva son comunes: *Bursera simaruba* (chaka, palo mulato); *Bursera sp.* (cuajote, papelillo, copal, chupandia); *Lysiloma sp.* (tsalam, tepeguaje); *Jacaratia mexicana* (bonete); *Ceiba sp.* (yaaxche, pochote); *Bromelia pinguin* (chom); *Pithecellobium keyense* (chukum); *Ipomoea sp.* (cazahuate); *Pseudobombax sp.* (amapola, clavellina); *Cordia sp.* (ciricote, cuéramo); *Pithecellobium acatlense* (barbas de chivo); *Amphypterigium adstringens* (cuachalalá); *Leucaena leucocephala* (waxim, guaje); *Erythrina sp.* (colorín), *Lysiloma divaricatum*, *Phoebe tampicensis*, *Acacia coulteri*, *Beaucarnea inermis*, *Lysiloma acapulcensis*, *Zuelania Guidonia*, entre otras. Es una de las selvas de mayor distribución en México, al sur se extiende desde el litoral hasta las serranías próximas con penetraciones a lo largo de algunos ríos como el Balsas y sus afluentes (Michoacán, Guerrero, Morelos y Puebla). En el istmo de Tehuantepec la selva traspasa el parteaguas y ocupa una gran parte de la depresión central de Chiapas. La península de Baja California en su parte sur presenta un área aislada que se localiza en las partes inferiores y medias de las sierras de La Laguna.

#### **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 irremediamente. Dentro del proyecto existe la Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Mediana Subcaducifolia y la Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia, las cuales son ecosistemas sensibles, históricamente este tipo de Selvas han sufrido una rápida disminución en extensión y número de especies, ya que tiene una tasa de deforestación anual promedio mayor.

#### **IV.2.2.3.1 PAISAJE**

Como parte de una evaluación integral, se considera al paisaje como un elemento o sintético de todo 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 de 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. 93.** Ponderación para la Evaluación de la Calidad Escénica.

<i>Ponderación</i>	5	3	1
<i>Morfología</i>	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
<i>Ponderación</i>	5	3	1
<i>Vegetación</i>	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
<i>Ponderación</i>	5	3	0
<i>Hidrología</i>	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
<i>Ponderación</i>	5	3	1
<i>Color</i>	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.
<i>Ponderación</i>	5	3	0
<i>Fondo escénico</i>	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
<i>Ponderación</i>	6	2	1
<i>Rareza</i>	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
<i>Ponderación</i>	2	1	0
<i>Actividades humanas</i>	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 con 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.

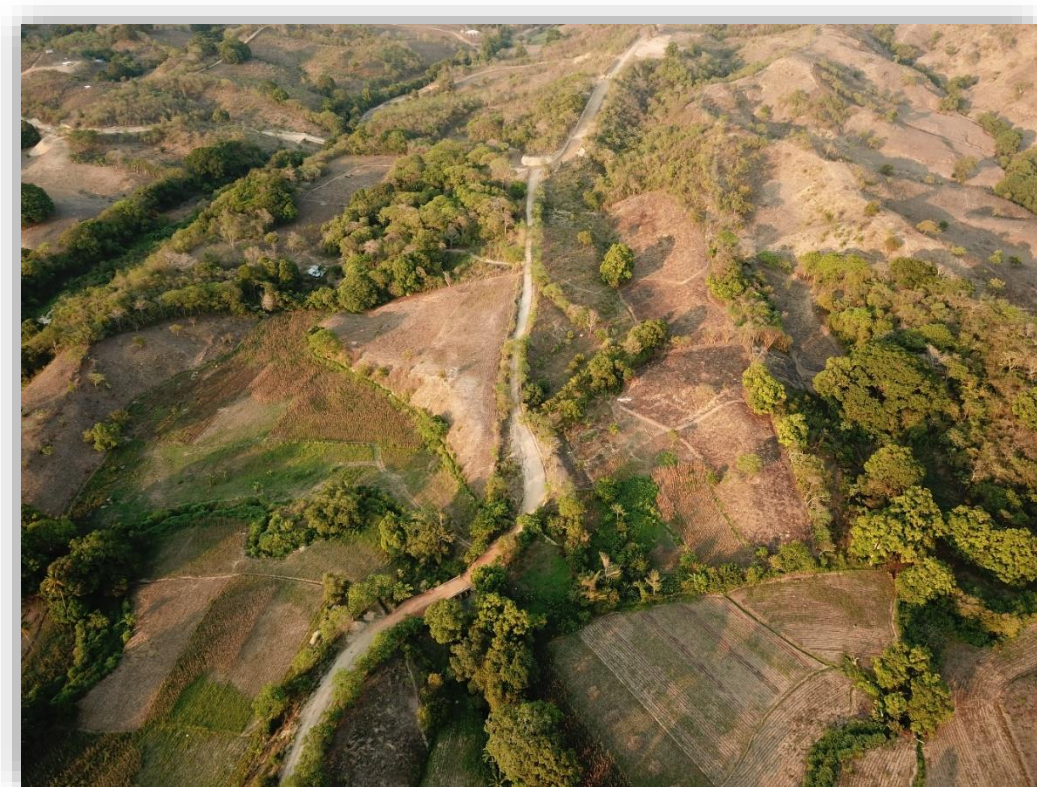
Los criterios para la evaluación de la calidad escénica se presentan en la tabla siguiente, donde los atributos considerados están justificados en su operación por el U.S.D.A. Forest Service y el Bureau of Land Management (BLM) de Estados Unidos y para la valoración final se toma de la misma metodología 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 pueden determinar las siguientes unidades de paisaje bien diferenciadas:

- Pastizal Cultivado: Se encuentra al extremo Este del sistema ambiental regional, siendo la unidad con menor presencia dentro del mismo. La calidad visual en este tipo de paisaje suele ser muy baja ya que las actividades cotidianas conforman paisajes no deseados pero aceptados, aunque con un valor ecológico y social bajo.

Fotografía IV. 1. Fotografía aérea Pastizal Cultivado



- Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia: Se localiza principalmente en la parte norte del Sistema Ambiental Regional y se cruza con el trazo a lo largo de aproximadamente 1 Km. Las especies más representativas son: Cedrela mexicana, Bursera morelensis, entre otras.

**Fotografía IV. 2. Fotografía aérea de Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia**



- Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia: Esta unidad paisajística es la que cuenta con mayor superficie de ocupación dentro del SAR abarcando la zona Sur, El estado general de esta unidad es de degradado progresivo.

**Fotografía IV. 3. Fotografía aérea de Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia**





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 IV. 94. 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 “Progresivas conservado”, y la unidad paisajística predominante es la **Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia**, que incluye los distintos caminos o terrenos, es decir el proceso de resiliencia ha disminuido gracias a que los procesos ecosistémicos han sido alterados, aunque esta tendencia puede ser revertida toda vez que existen factores en el Sistema que favorecen esta tendencia. Los grados de perturbación, según Mateo y Ortiz (2001), se presentan como:

- I. **Degradado:** donde el sistema ha sufrido importantes perturbaciones,
- II. **Conservado:** donde los ecosistemas mantienen sus procesos ecosistémicos y grado de resiliencia,
- III. **Progresivo:** donde el sistema degradado continua su degradación o el conservado continúa con su poder de resiliencia,
- IV. **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 IV. 95. Valoración del paisaje del Proyecto**

UNIDAD PAISAJÍSTICA	VALORACIÓN ESTÉTICA	VALORACIÓN ECOSISTÉMICA	CALIDAD VISUAL
Pastizal Cultivado	Común	Degradado Progresivo	Media
Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia	Común	Degradado Progresivo	Media
Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia	Común	Degradado Progresivo	Media

#### 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 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 IV. 96. Fragilidad visual del Sistema Ambiental Regional del Proyecto.**

UNIDAD PAISAJÍSTICA	FACTORES INTRÍNSECOS			FACTORES EXTRÍNSECOS			FRAGILIDAD VISUAL
	ABUNDANCIA DE ELEMENTOS	TOPOGRAFÍA Y PENDIENTE (INCIDENCIA VISUAL)	COMPLEJIDAD	CAMPO VISUAL	ACCESIBILIDAD	ELEMENTOS DE INFLUENCIA	
Pastizal Cultivado	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Alto	Medio	Bajo
Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia	Medio	Medio	Bajo	Medio	Medio	Medio	Medio
Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia	Medio	Medio	Bajo	Medio	Medio	Medio	Medio

**Tabla IV. 97. 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

Con los resultados de este cruce se desarrolla la tabla de capacidad de acogida ecológica, donde los valores numéricos tienen el significado siguiente:

**Tabla IV. 98. 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.

**Tabla IV. 99. Capacidad de Acogida Ecológica del Proyecto.**

<i>Calidad Visual</i>				
	Subunidad paisajística	Pastizal Cultivado	Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia
<i>Fragilidad visual</i>	Pastizal Cultivado	5		
	Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia		3	
	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia			3

Conforme a la tabla anterior se establece que, la unidad paisajística del Sistema Ambiental Regional, **Pastizal Cultivado**, es apta en principio para la promoción de actividades que requieran calidad paisajística o causen impactos de baja ponderación en el paisaje, como es el caso del Proyecto: MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL CAMINO: "GUADALUPE VICTORIA - SAN ANTONIO OCOTLÁN - E.C. (SAN PEDRO AMUZGOS - CACAHUATEPEC) - RAMAL A SAN PEDRO AMUZGOS, TRAMO DEL KM. 0+000 AL KM. 9+000, CON UNA META DE 9.0 KM.", UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA., ya que éste se encuentra en un sitio con erosión moderada, teniendo clara evidencia de remoción del horizonte superficial. Es decir, que el trazo del proyecto se puede calificar como compatible, esto al presentar una moderada-a alta capacidad de acogida ecológica.

#### IV.2.2.3.2 SOCIOECONOMICO

##### Municipio San Pedro Amuzgos

San Pedro Amuzgos se encuentra en la región Sierra Sur; sin embargo, está considerado dentro de la Mixteca. En esta región, como su nombre lo indica, el pueblo mixteco es mayoría, pero también están presentes otros pueblos indígenas en pequeños bastiones territoriales. Por otra parte, de acuerdo con la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) pertenece al Distrito de Desarrollo Rural número 01, con sede en Huajuapán de León, además de formar parte del distrito político de Putla de Guerrero.

##### DATOS DEMOGRÁFICOS.

Según datos del Censo XII de Población y Vivienda, realizado por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) en el año 2000, el municipio contaba con 5,334 habitantes, lo que representan el 0.15 por ciento del total del estado de Oaxaca; de ese total 2,524 eran hombres y 2,810 mujeres.

Tabla IV. 100 Población total respecto al municipio.

	Total	Hombres	Porcentaje respecto al total	Mujeres	Porcentaje respecto al total
Población 2005	5473	2556	46.70	2917	53.30
Población 2000	5334	2524	47.32	2810	52.68
Población de 0-14 años, 2005	2275	1146	50.37	1129	49.63
Población de 15-64 años, 2005	2860	1237	43.25	1623	56.75
Población de 65 años y más, 2005	307	158	51	149	49
Población Urbana 2005	4231				
Población Rural 2005	1242				

Fuente: INEGI. II Censo de Población y Vivienda 2005.

## TASA DE CRECIMIENTO

No obstante, la tasa de crecimiento poblacional fue del 1.5 por ciento en el periodo de 1995 al 2000, superior al promedio estatal de 1.3 por ciento y nacional de 1.9 por ciento.

AÑO	HABITANTES	TASA DE CRECIMIENTO
1990	4813	3.60
1995	4949	0.55
2000	5344	1.50

Fuente: INEGI. II Censo de Población y Vivienda 2005.

## PATRON Y EFECTOS DE MIGRACION

La población se ha caracterizado por la migración a la capital del país, desde años atrasados la población joven de 15-20 años es la que tiende a migrar. En los últimos años los bajos rendimientos de las producciones agrícolas la falta de empleo, las faltas de oportunidades para mantener las familias tienden a migrar para convertirse en el sustento de estas.

AÑO	SALDO NETO MIGRATORIO (PERSONAS)
1995-1999	-516
2000-2004	-691

Fuente: DIGEPO con datos del INEGI.

## COMUNICACIÓN Y TRANSPORTE

Existe en la comunidad servicios de transporte a la ciudad de México, Oaxaca con servicio de las líneas OCC con horarios fijos, sitio de taxis locales y de traslado a cualquier parte del estado de manera especial, unidades de transporte mixto a las principales congregaciones y otras rutas de transporte. Dentro de los problemas principales en el transporte terrestre es básicamente en las comunidades alejadas de la ciudad y con caminos de tercería que en apoca de lluvias el acceso suele interrumpirse y esto dificulta la comunicación para el abasto, o servicio de la comunidad en general. Los principales lugares de cosecha se encuentran localizados en las congregaciones y de manera significativa afecta las producciones por la falta de asistencia a causa de la dificultad para trasladarse a las tierras de explotación pecuaria, por el transporte de materia prima y el traslado de la cosecha cuando se debe a los lugares de acopio.

## COBERTURA DE SERVICIOS EN LAS VIVIENDAS.

La mayoría de las de las viviendas están construidas con material de la región, con paredes de adobe varas recubiertas con lodo y techo de teja, con pisos de tierra y en un mínimo porcentaje son de material industrializado, los datos estadísticos sobre un total de 1 017 viviendas particulares, respecto al servicio contemplan las siguientes características.

- viviendas con drenaje y agua entubada 7.96 %
- viviendas con drenaje y electricidad 25.36 %
- vivienda sin drenaje ni electricidad 14.25 %
- el 51.13 % de las viviendas no cuenta con agua entubada
- el 73.05 % no cuenta con drenaje
- el 16.81 % no cuenta con energía eléctrica

En su mayoría. Las viviendas están compuestas por dos a cinco cuartos dentro del solar doméstico, que comprende en general familias extensas, generalmente se comparte la cocina que está en una construcción aparte.

Alrededor del 50% de las casas son de piso de tierra, las paredes son de adobe o bien recubiertas con lodo. Techo de tejas, cartón o paja, el promedio de habitantes por vivienda es de 5 personas.

### **ACTIVIDAD ECONÓMICA**

El sector económico rural es principalmente lo que el campo genera y puede proporcionar complementándose con los trabajos eventuales o de forma permanente que se desarrollen en municipio, la comunidad amuzga una de las economías familiares de complementación que se integran básicamente de agricultura, artesanías y ganadería.

Las cadenas productivas primarias de autoconsumo, las artesanías como vestimenta generan ingresos en la venta de esta; además de una ganadería extensiva con poco o nula capacidad productiva como sistema de ahorro de nuestras familias. Limitados por los mercados locales en la venta de sus productos interviniendo acaparadores por la falta de organización de todos los sectores de producción primaria.

Dentro de las cadenas productivas que se describen en la comunidad destacan las del sector primario, agrícolas y pecuarias.

### **MUNICIPIO SAN JUAN CACAHUATEPEC**

San Juan Cacahuatepec es un Municipio que pertenece a la región Costa del Estado Oaxaca, es parte del Distrito de Jamiltepec, tiene una superficie de 153.10 km<sup>2</sup>, se encuentra entre los límites del estado de Oaxaca y Guerrero, a una altura media sobre el nivel del mar de los 400 metros. Se localiza en las coordenadas 98° 9' longitud oeste, 16° 37' latitud norte.

### **DEMOGRAFÍA**

La población total del municipio en 2010 fue de 8,680 personas, lo cual representó el 0.2% de la población en el estado.

### **EDUCACIÓN BÁSICA.**

En San Juan Cacahuatepec como en todos los Municipios del Estado de Oaxaca, la educación básica se ha visto fuertemente afectada por intereses que no corresponden exclusivamente a la educación por parte de las autoridades educativas. Los planes educativos no contemplan la multiculturalidad del Estado, los conflictos históricos, políticos y magisteriales que han resultado en una disminución importante de los días de clase efectivos por año, las deserciones, centros educativos en pésimas condiciones, la concentración de los servicios pos primarios en pocas áreas, han contribuido a acrecentar el rezago educativo en todo el Estado de Oaxaca.

Existe una población en rezago educativo que asciende a un 23.9%, es decir son 2,079 personas que tienen la educación básica incompleta o no poseen ningún conocimiento de tipo escolar y tampoco saben leer ni escribir.

### **VIVIENDA.**

El Censo del año 2010 proporciona información del número de viviendas, así como de la calidad de sus materiales, acceso a servicios públicos, condiciones sanitarias, y tipo de bienes duraderos de que disponen.

De acuerdo con las estimaciones del CONEVAL en base al Censo General de Población y Vivienda efectuado por el INEGI 2005 y 2010, el Municipio de San Juan Cacahuatepec, logro bajar el índice de rezago social, en el 2005 el porcentaje mayor se presentaba en viviendas con piso de tierra y el menor en viviendas sin energía eléctrica. Para el 2010 en base al censo de población, el porcentaje mayor se presenta en viviendas sin agua, el menor porcentaje sigue siendo en viviendas sin energía eléctrica.

De acuerdo con las estimaciones del CONEVAL en base al Censo General de Población y Viviendas efectuado por el INEGI 2005 y 2010, el Municipio de San Juan Cacahuatepec en el 2005 presentaba el mayor porcentaje en viviendas con piso de tierra (42.62%), y el menor porcentaje en viviendas sin energía eléctrica (5.31%).

Para el 2010, el mayor porcentaje lo exhibe en viviendas que no disponen de agua entubada (26.12%) este indicador aumento más del 11% respecto al 2005. El menor porcentaje igual que en el 2005, en viviendas sin energía eléctrica (3.34%). Con el programa de piso firme implementado por el gobierno Federal y Estatal en el 2005-2007, se atacó fuertemente el rezago de viviendas con piso de tierra logrando una disminución del más del 50%. Por otra parte, observamos que el indicador de viviendas sin agua aumento para el 2010, esta variación se debió básicamente que en este año las viviendas particulares aumento alrededor de un 17%.

## **ACTIVIDADES ECONÓMICAS**

### **SECTOR PRIMARIO**

Las actividades productivas más importantes del Municipio son: la Agricultura y la Ganadería, por lo cual la gran mayoría de los productores se dedican a las actividades Agropecuarias.

El rendimiento que se obtiene en el cultivo del maíz grano es en promedio de una tonelada por hectárea, este rendimiento es bajo debido al problema del suelo, insuficiente apoyo de insumos a este sector, programas de apoyo agrícola que no cumplen sus objetivos y escaso conocimientos técnicos de productores.

### **SECTOR SECUNDARIO**

Incluye todas las actividades de transformación de la materia prima en producto elaborado, de manera industrial, en un bien de equipo o consumo. Las actividades económicas que se realizan en el sector la mayor parte de la población del Municipio se emplean como trabajadores por su cuenta y de negocios familiares. Debemos comentar que la industria es nula, no existen unidades de transformación de la materia prima.

### **COMERCIO.**

El comercio es la segunda actividad en importancia en San Juan Cacahuatepec, la carretera federal ha dado realce a esta actividad, es la entrada principal que conduce a ciudades como Putla de Guerrero y Pinotepa Nacional atravesando la cabecera Municipal con desviaciones a la región de la Llanada (Mártires de Tacubaya, Ilano Grande, Lo de Soto, cortijo, en Oaxaca, en Guerrero a Huajintepec). Existen misceláneas, abarrotes, donde se expenden productos de consumo básico, casas comerciales de materiales para construcción, una gasolinera, un mercado municipal con expendios de carne de res, puerco y pollo criados en el mismo Municipio. Existen fondas que ofrecen alimentos en la cabecera y las agencias.

### **CARRETERAS Y CAMINOS**

Los caminos rurales y carreteras, actualmente en nuestro Municipio se encuentran en mal estado, la carretera de san Juan Cacahuatepec – Pinotepa Nacional-San Juan Cacahuatepec Putla de Guerrero se encuentra pavimentada con asfalto con tramos muy deteriorados, la carretera San Juan Cacahuatepec- Mártires de Tacubaya podemos decir que tiene un avance físico de 90%.

La carretera san Juan Cacahuatepec Huajintepec, Gro. Presenta tramos críticos. Los accesos a las Agencias del Municipios tienen caminos en situación de terracería en malas condiciones, sobre todo en temporadas de lluvias que hace difícil el tránsito



vehicular. En el 2011 se inició la pavimentación de 1 km del camino san Juan Cacahuatepec – San Francisco Sayultepec, actualmente se continua la pavimentación de 1.200 km.

## **SALUD**

La salud es el eje rector del bienestar de la población ya que permite elevar la calidad de vida y su pleno desarrollo físico y mental, permitiéndole ser productiva y contribuir en las diferentes actividades inherentes al desarrollo de su comunidad.

Tanto en el área urbana como en la rural del Municipio de San Juan Cacahuatepec los servicios de salud son insuficientes. El sismo del 20 de marzo de 2012 ocasionó daño total en la clínica de la cabecera Municipal, cuyas infraestructuras deberá ser construidas nuevamente para efecto de garantizar un servicio adecuado y seguro. La cobertura efectiva y la atención resolutive desde los lugares de origen de los usuarios, evita un impacto económico por los gastos derivados por el traslado, alimentación y alojamiento, es necesario reforzar las medidas de prevención y promoción para la salud como la vacunación, el entorno saludable, la detección temprana de enfermedades, la adopción de hábitos saludables y la atención oportuna y especializada.

Los medicamentos y personal en las clínicas y casas de salud no satisfacen la demanda de los servicios de salud de la población derechohabiente, estas unidades médicas son inadecuadas e inseguras

## IV.3 Diagnostico Ambiental

Para determinar el diagnóstico Ambiental del área del proyecto se realizará en función de área de influencia directa, ya que se trata de un espacio geográfico de menores dimensiones y dada la naturaleza del análisis es mucho más eficiente a una menor escala

### IV.3.1. MEDIO ABIÓTICO

A continuación, se presentan los criterios de evaluación considerados como referencia estimada para otorgar una calificación a cada unidad de paisaje.

#### IV.3.1.1. 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. Enfocado 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.

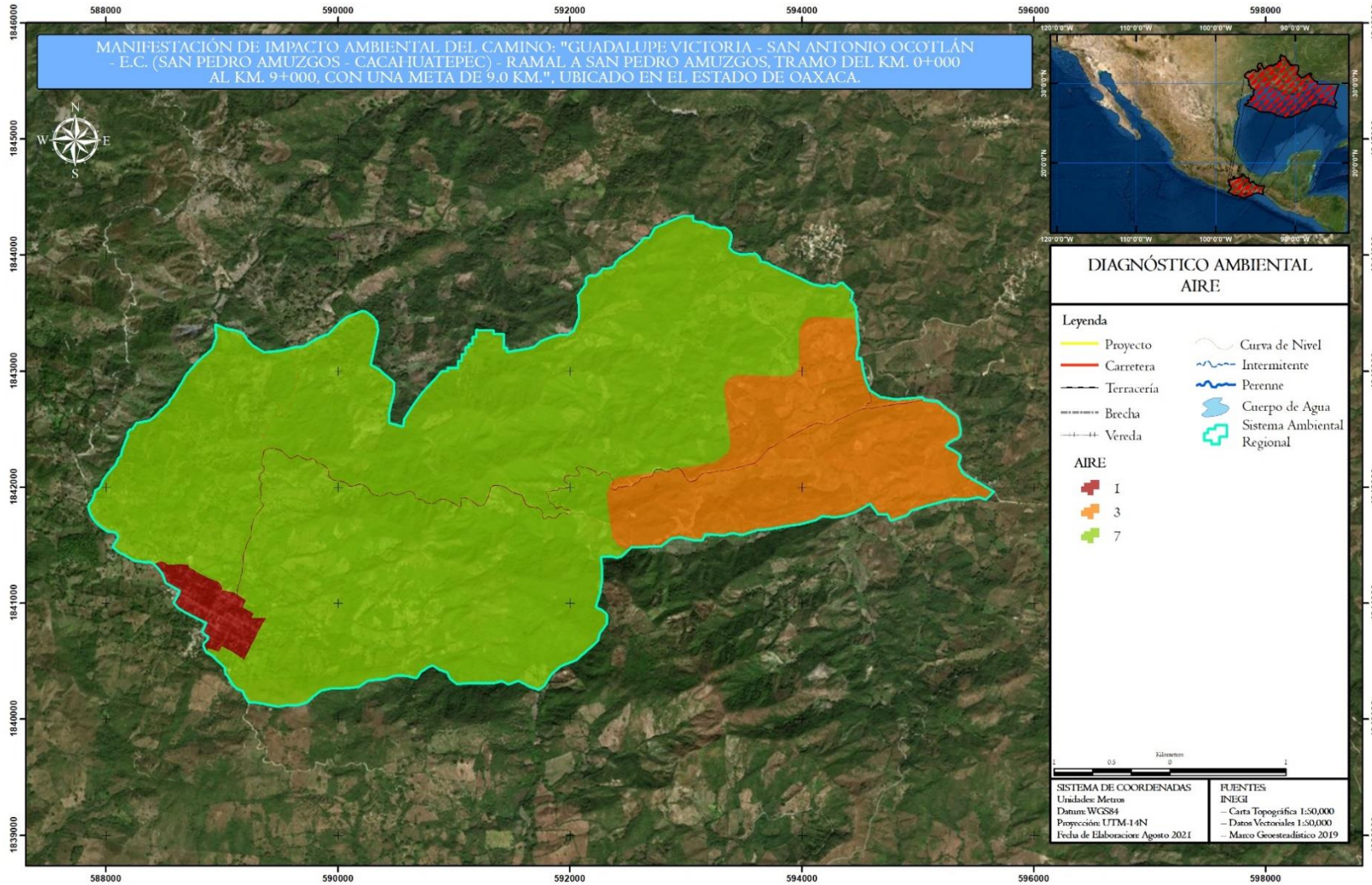
El criterio utilizado para evaluar el aire se presenta en la siguiente tabla, en donde los valores mayores indican una mejor calidad ambiental, en tanto que los valores menores señalan una menor calidad ambiental.

**Tabla IV. 101. Ponderación del aire.**

ESCALA DE EVALUACIÓN	VALOR	EMISIÓN DE GASES	EMISIÓN DE POLVOS
<i>Degradado</i>	1	Emisión de gases todo el tiempo con abundante tránsito de vehículos y actividades antrópicas constantes	Nula visibilidad
<i>Muy mala</i>	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
<i>Mala</i>	3	Emisión de gases por tránsito de vehículos en horarios pico, acompañado de actividades antrópicas	Poca visibilidad en horarios pico
<i>Moderada</i>	4	Emisión de gases en ocasiones eventuales ya sea por vehículos o actividades antrópicas.	Poca visibilidad en al menos 2 ocasiones durante el día
<i>Regular/modificado</i>	5	Emisión de gases en ocasiones eventuales ya sea por vehículos o actividades antrópicas.	Poca visibilidad en ocasiones eventuales (temporales)
<i>Aceptable/modificado</i>	6	Hay emisiones bajas de vehículos y antrópicas en varios puntos de la zona de estudio	Hay liberación de partículas en varios puntos
<i>Buena</i>	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
<i>Muy buena</i>	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
<i>Sin perturbación</i>	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, 2021.

Imagen IV. 90 Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional (componente aire).



Fuente: SECIRA, 2021.

La imagen anterior señala que las zonas de mejor calidad ambiental en el orden de ideas del aire, con puntuación registrada en **7 (buena)** corresponden con las zonas de vegetación eliminada y/o alterado por diversos factores humanos o naturales teniendo como resultado una comunidad vegetal significativamente diferente a la original y con estructura y composición florística heterogénea. Es decir, se trata de la vegetación secundaria de selva, llámese mediana subcaducifolia y/o baja caducifolia. Los caminos tipo brecha y vereda presentan un valor igual a **3 (mala)**, esto debido a la emisión de gases en ocasiones eventuales por los vehículos que transitan por esta vía de comunicación, amén de la poca visibilidad que se puede presentar en temporadas de vientos fuertes por los sedimentos que se acumulan en el camino. Esta misma ponderación la presentan las zonas agropecuarias de los pastizales inducidos, lo cual obedece a que a ganadería produce grandes cantidades de gases de efecto invernadero. Los animales y sus excretas emiten gases que contribuyen al cambio climático. Las zonas evaluadas como de muy **mala** calidad ambiental con puntaje de **1 (degradado)**, coinciden con las carreteras de terracería, además de la localidad rural de San Antonio Ocotlán localizada al poniente del SAR, esta valoración se debe a que existe emisión de gases por más de 12 horas continuas con abundante tránsito de vehículos sobre la carretera que influye en las zonas aledañas.

#### IV.3.1.2. SUELO.

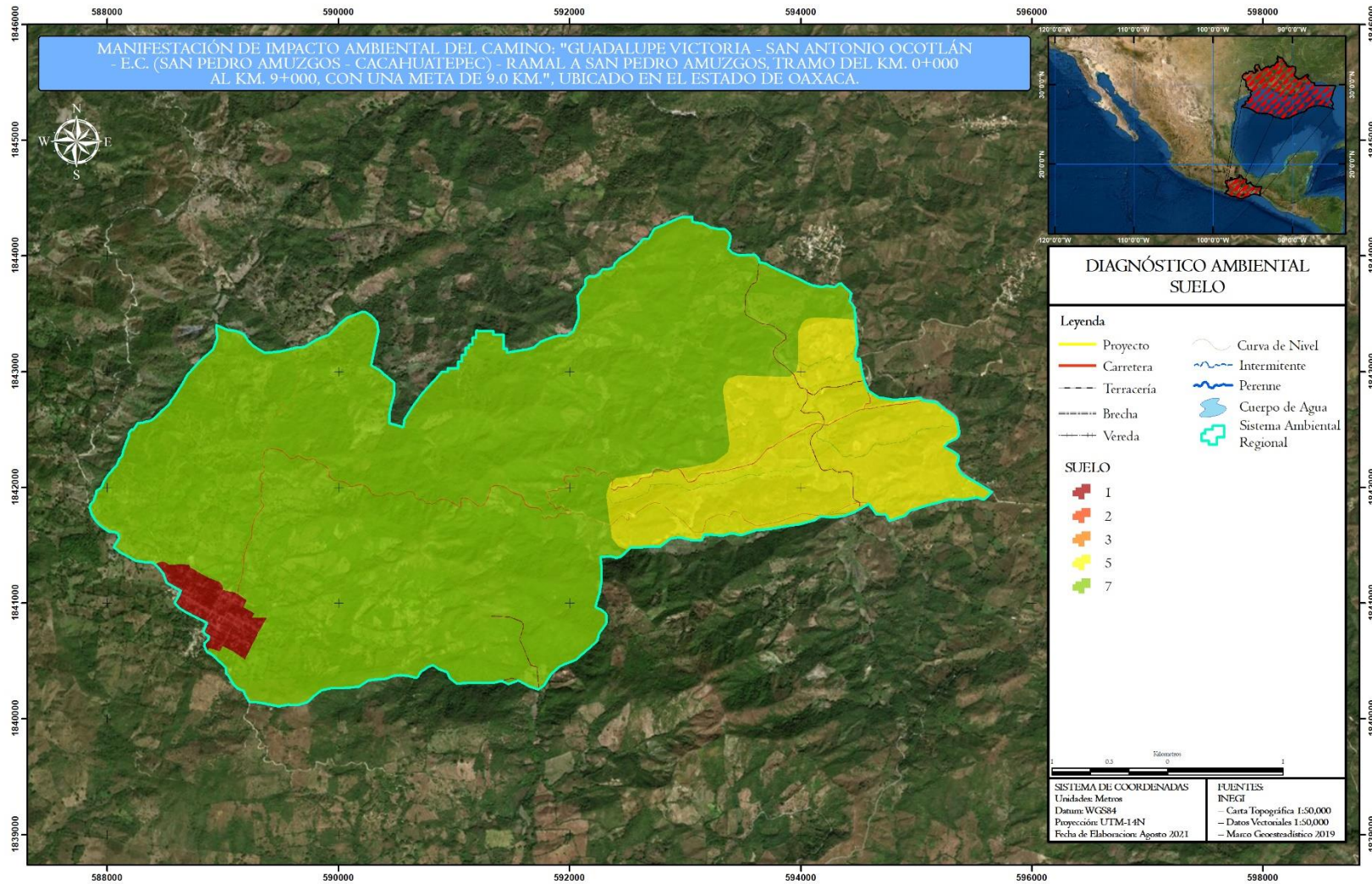
En todos los proyectos de infraestructura, el elemento suelo, suele ser uno de los más impactados, ya que este recurso se ve afectado en su totalidad. De esta manera es importante mencionar a este elemento como un indicador. El criterio utilizado para evaluar el factor suelo se presenta en la siguiente tabla, en donde los valores mayores indican una mejor calidad ambiental.

**Tabla IV. 102.** Ponderación del suelo.

ESCALA DE EVALUACIÓN	VALOR	EROSIÓN
Degradado	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
Muy mala	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
Mala	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
Moderada	4	Erosión media (EM): áreas con escasa cobertura vegetal, pastizales, matorrales o bosques 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
Regular/modificado	5	Erosión media (EM): áreas con escasa cobertura vegetal, pastizales, matorrales o bosques 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
Aceptable/modificado	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
Buena	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
Muy buena	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
Sin perturbación	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, 2021.

Imagen IV. 91 Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional (componente suelo).



Fuente: SECIRA, 2021.

La menor calidad ambiental (**puntuación=1, degradado**) en lo que respecta al componente suelo la presenta la localidad rural de San Antonio Ocotlán. Enseguida se ubican las carreteras de terracería, con una puntuación igual a **2 (muy mala)** con erosión severa. A continuación, las brechas y las veredas en las que no existe vegetación alguna y en las que no existe infiltración. Enseguida se ubican las áreas desprovistas de vegetación, zonas que permiten la erosión del suelo, además, con una valoración igual a **3 (mala)**, ya que se tratan de áreas desnudas de vegetación donde el material parental está expuesto. Los pastizales inducidos presentan una ponderación igual a **5 (regular/modificado)**, lo cual se debe a la infiltración que existe por el estiércol del ganado. Las áreas con escasa vegetación secundaria y erosión incipiente presentan una ponderación equivalente a **7 (buena)**.

### IV.3.1.3. 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, en donde los valores mayores indican una mejor calidad ambiental.

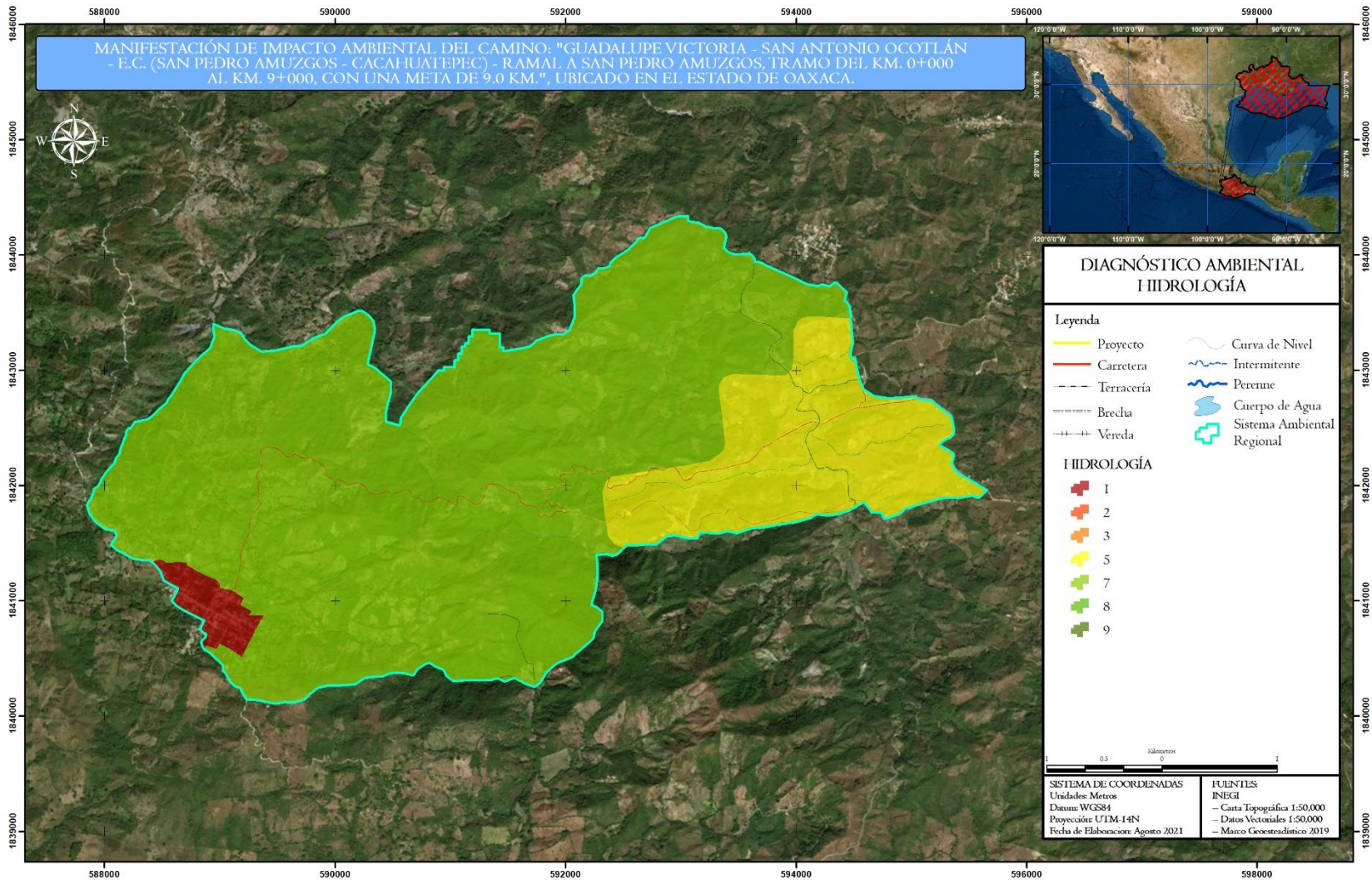
**Tabla IV. 103.** Ponderación de la hidrología.

ESCALA DE EVALUACIÓN	VALOR	CAPACIDAD DE INFILTRACIÓN
Degradado	1	Capacidad de infiltración nula, por falta de suelo; presencia de escurrimientos por estratos endurecidos o roca superficial. Sin retención de agua
Muy mala	2	Capacidad de infiltración nula, presencia de escurrimientos por estratos endurecidos o roca superficial. Sin retención de agua
Mala	3	Capacidad de infiltración escasa en partículas de suelo acumulado; presencia de escurrimientos por estratos endurecidos o roca continua. Escasa retención de agua
Moderada	4	Infiltración insuficiente por el horizonte de suelo existente. Pérdida de la infiltración por escorrentía. Poca capacidad de retención
Regular/modificado	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
Aceptable/modificado	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
Buena	7	Infiltración buena, 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
Muy buena	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 por periodos de tiempo más largos aún en época de estiaje. Hay mayor capacidad de retención de agua por la vegetación
Sin perturbación	9	Máxima capacidad de infiltración (velocidad máxima con que el agua penetra en el suelo). Agua en abundancia para mantener el manto freático al máximo y los ciclos biogeoquímicos

Fuente: SECIRA, 2021.



Imagen IV. 92. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional (componente hidrología).



Fuente: SECIRA, 2021.

Como se puede apreciar en la imagen anterior los cauces perennes presentan la mayor ponderación con 9 (sin perturbación), es decir la máxima capacidad de infiltración (velocidad máxima con que el agua penetra en el suelo) con agua en abundancia para mantener el manto freático al máximo y los ciclos biogeoquímicos. Enseguida los cauces intermitentes presentan la ponderación (**puntuación=8**), con 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 por periodos de tiempo más largos aún en época de estiaje. Hay mayor capacidad de retención de agua por la vegetación. Enseguida se ubican las zonas prevalecientes con vegetación de selva baja y/o mediana con ponderación de **7 (buena)**, 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, las zonas agropecuarias presentan una ponderación igual a **5 (regular/modificado)** con infiltración limitada por el horizonte de suelo existente. Mientras los caminos tipo brecha y/o vereda presentan una ponderación de 3 (mala). Las carreteras de terracería presentan una ponderación de 2 (mala). Finalmente, la localidad rural de San Antonio Ocotlán presenta la menor ponderación de **1 (degradado)** con una capacidad de infiltración nula.

#### IV.3.1.4. 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

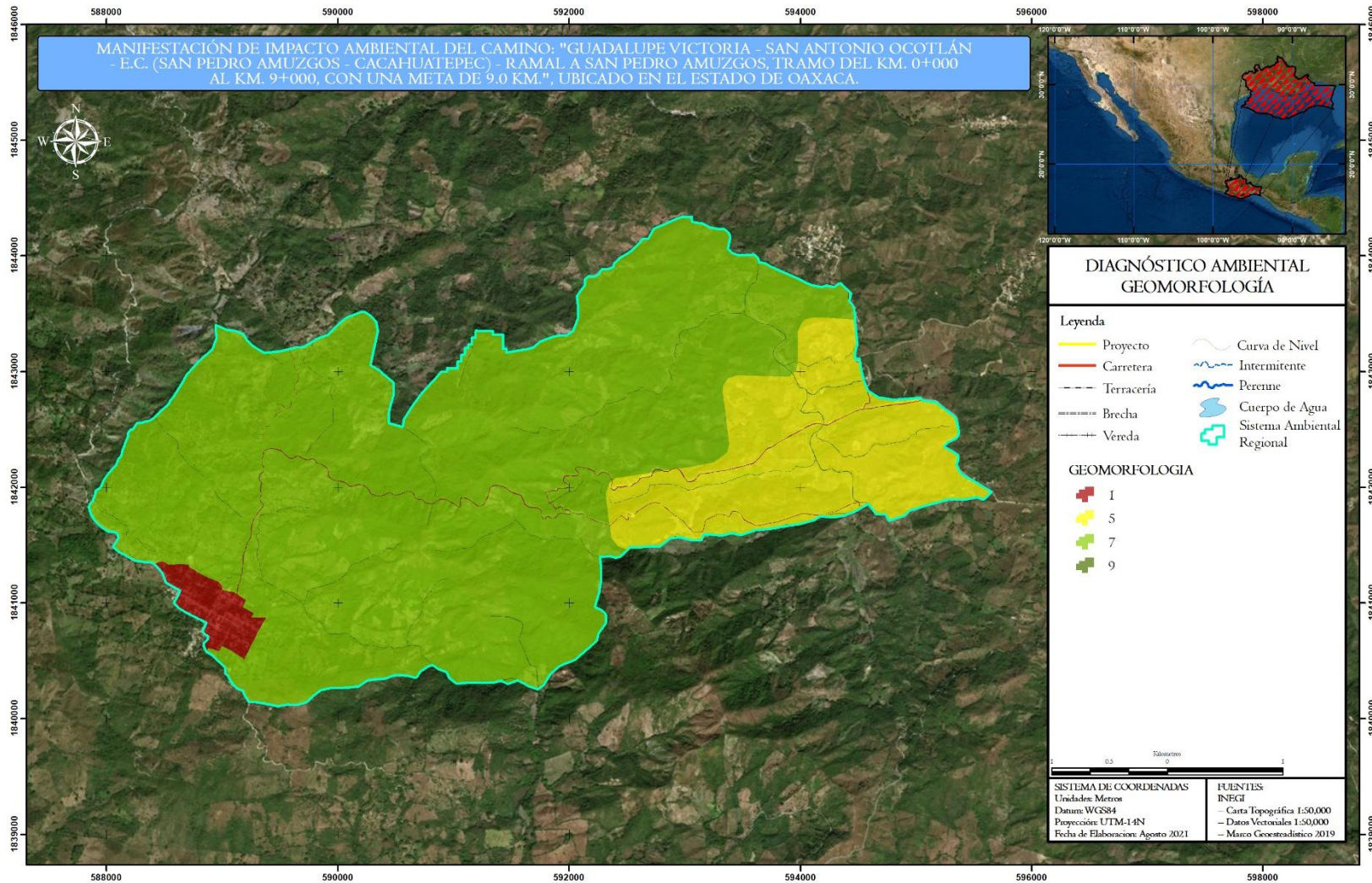
Con la explicación previa se designaron valores a determinadas áreas con las siguientes características:

**Tabla IV. 104.** Ponderación de la geomorfología.

ESCALA DE EVALUACIÓN	VALOR	INTEMPERISMO DE LA ROCA
Degradado	1	Roca expuesta: estructura angular a prismática, grande, fuerte. Textura y mineralogía primarias fácilmente reconocibles en muestra de mano
Muy mala	2	Poco intemperizada: Estructura original reconocible, cambios de color incipientes en matriz y minerales
Mala	3	Ligeramente intemperizado: incremento en la densidad de fracturamiento y alteración de minerales originales
Moderada	4	Ligeramente intemperizado: incremento en la densidad de fracturamiento y alteración de minerales originales, pérdida de cohesión en la roca
Regular/modificado	5	Moderadamente intemperizado: roca parcialmente transformada en suelo, roca > suelo
Aceptable/modificado	6	Fuertemente intemperizado: roca parcialmente transformada en suelo, suelo > roca
Buena	7	Completamente intemperizado: suelo incipiente, algunos remanentes de estructuras primarias
Muy buena	8	Formación de suelo: algo de contenido orgánico y pérdida total de textura y mineralogía primaria del material parental
Sin perturbación	9	Formación de suelo: algo de contenido orgánico y pérdida total de textura y mineralogía primaria del material parental

Fuente: SECIRA, 2021

Imagen IV. 93. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional (componente geomorfología).



Fuente: SECIRA, 2021.

Como se describió oportunamente en apartados anteriores, el Sistema Ambiental Regional del trazo del proyecto se asienta en su totalidad en la **Subprovincia Costas del Sur**, la cual comprende la angosta llanura costera del Pacífico, que va más o menos en sentido oeste-noroeste-este-sureste, desde las cercanías de la desembocadura del río Coahuayana, límite entre Colima y Michoacán de Ocampo, hasta Salina Cruz, Oaxaca, pasando por el estado de Guerrero. En sus tramos más angostos tendrá unos 20 km de ancho; comienza a ampliarse a la altura de Zihuatanejo para alcanzar un máximo de 45 km en la región de Santiago Pinotepa Nacional, Oaxaca. La porción guerrerense localizada entre el límite del estado de Michoacán de Ocampo y la ciudad de Acapulco de Juárez, es conocida como "Costa Grande"; la que se extiende al este de la última población mencionada y llega a Pinotepa Nacional, Oaxaca, es llamada "Costa Chica" y la zona más al oriente se conoce sólo como la "Costa". Asimismo, el SAR presenta una dominancia de sierras altas complejas en altitudes que oscilan entre los 380 msnm a los 860 msnm en las partes más altas del poniente, en menor proporción se presenta el lomerío con cañadas en una altitud entre los 400 y los 420 msnm.

Las zonas sin perturbación en lo que se refiere a la geomorfología en el SAR coinciden con los cauces perennes y/o intermitentes con una ponderación de **9**. En tanto que, la ponderación designada como **buena (7)** se trata de todas las zonas de vegetación secundaria arbustiva ya sea de selva baja caducifolia y/o mediana subperennifolia. En cuanto las áreas con escasa vegetación en los pastizales inducidos señalan una ponderación de **5**, esto debido a que la posible erosión del suelo por la escasa vegetación puede provocar derrumbes que modifiquen las geoformas. Finalmente, los caminos de tipo brecha y/o vereda, las carreteras de terracería, y la zona rural del SAR presentan la ponderación menor de **1**, lo cual obedece a que en estas zonas la geomorfología natural ha sido cambiada completamente por la mano humana.

## IV3.2. MEDIO BIÓTICO

### 3.2.1. VEGETACIÓN.

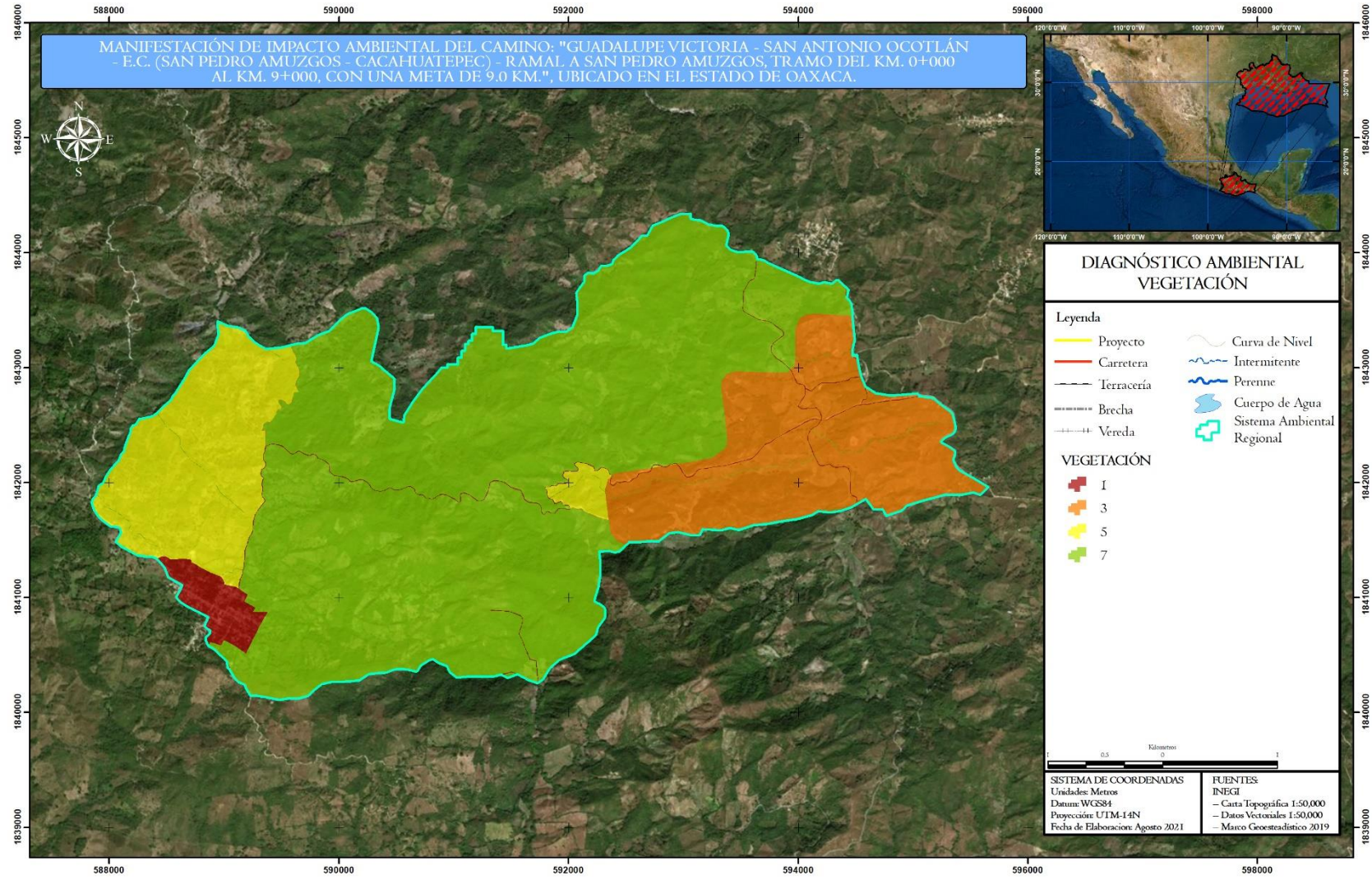
El efecto principal que conlleva la eliminación de la cobertura vegetal en los sitios es la fragmentación del hábitat, lo que provoca efectos de borde y altera la estructura y las funciones originales del ecosistema. De manera indirecta la poca cobertura vegetal elimina las fuentes de alimentación y refugio de la fauna que habita en el ecosistema.

**Tabla IV. 105.** 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 se trata de 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
Sin perturbación	9	95 al 100% de cobertura vegetal presente en el polígono. Mayor cobertura vegetal, sin perturbación

Fuente: SECIRA, 2021.

Imagen IV. 94. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional (componente vegetación).



Fuente: SECIRA, 2021

De acuerdo con lo exhibido en el apartado de vegetación, se tiene que, dentro de la zona se presenta un mosaico de remanentes de selva baja y mediana, que han sido transformados en un mosaico fragmentado por las vías de comunicación, pero principalmente por el cambio de uso de suelo hacia el pastizal cultivado con fines agropecuarios, aunado a las zonas rurales que han traído consigo la pérdida y fragmentación del hábitat natural. Tomando en consideración lo anterior, se tiene que, la zona con mejor ponderación la presentan los fragmentos más grandes de vegetación secundaria arbustiva de selva, vegetación en los que las especies clave se reducen, además de los recursos que también se limitan, por lo cual se califican con una valoración igual a **7 (buena)**. Mientras todos los fragmentos menores a una hectárea de vegetación secundaria arbustiva de selva presentan una valoración igual a **5 (regular/modificado)**. En tanto que, los caminos tipo brecha y/o vereda, junto con el pastizal cultivado presentan una ponderación igual a **3 (regular/modificado)**, lo cual obedece a que se estima que en estos caminos se presenta erosión causada por el tránsito, mientras que en el caso del pastizal se trata de una zona modificada antropogénicamente. Finalmente, todas las zonas desprovistas de vegetación como son las carreteras de terracería presentan la menor ponderación de **1**, lo cual obedece a que se trata de zonas desprovistas de vegetación. Cabe señalar y recordar que, de acuerdo con los recorridos realizados por las áreas donde se pretende la modernización del camino, las características de la vegetación presentan un mediano grado de perturbación.

#### IV.3.2.2. FAUNA.

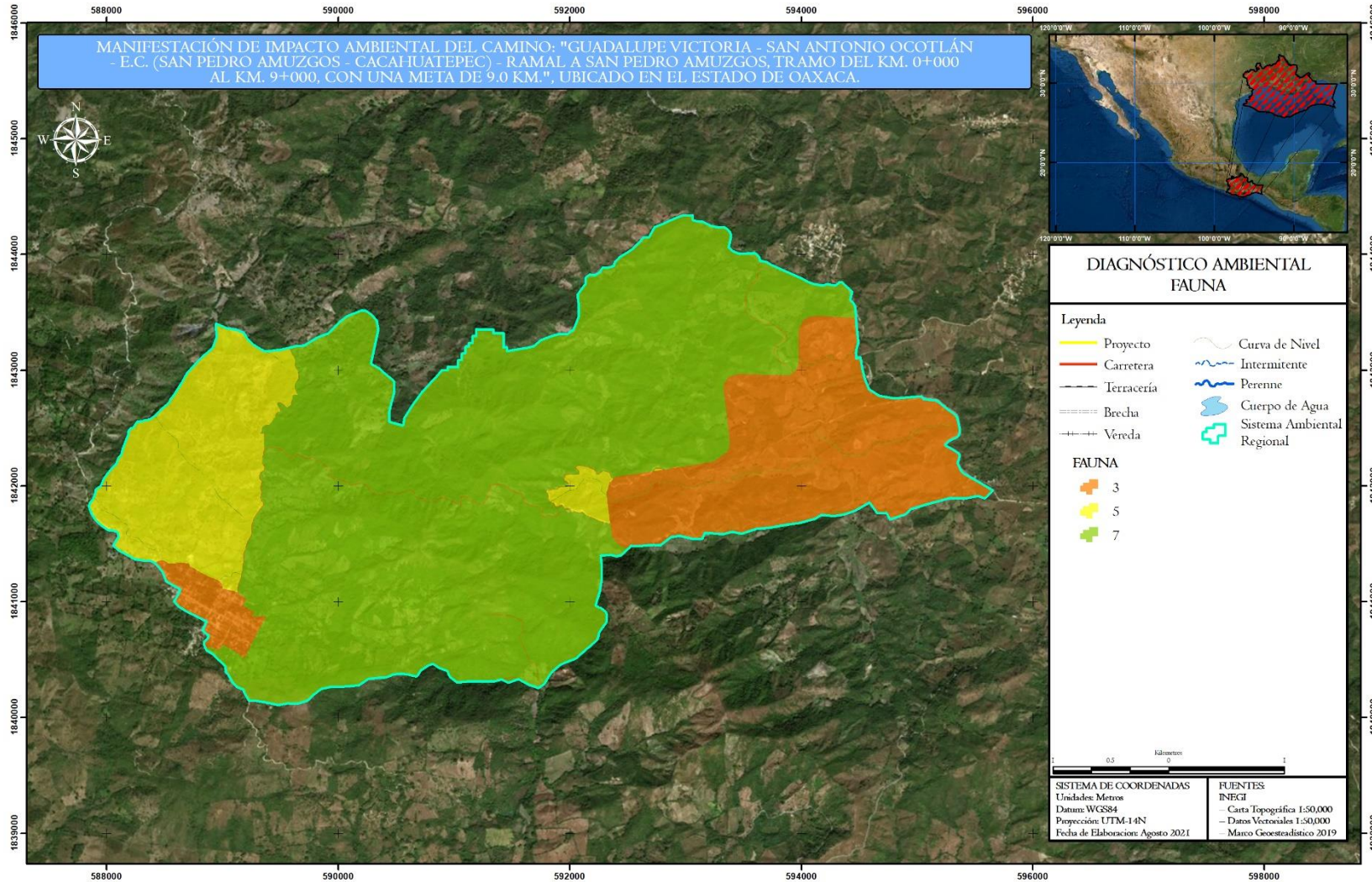
Para determinar la calidad ambiental de los sitios que serán afectados por el trazo del proyecto, se tomarán en cuenta el índice de diversidad de especies (Shannon-Wiener), el cual engloba riqueza y abundancia de las especies. Sin embargo, ya que los recursos no se encuentran distribuidos de manera homogénea 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 IV. 106. Ponderación de la fauna.

ESCALAS DE EVALUACIÓN	VALOR	ÍNDICE DE SHANNON
Mala	3	Valores entre 1 y 1.99 indican que son sitios con una diversidad biológica baja
Moderada	5	Valores entre 2 y 2.99 indican que son sitios con una diversidad biológica media
Buena	7	Valores entre 3 y 3.4 indican que son sitios con una diversidad biológica alta
Muy buena	9	Valores > 3.5 indican que se trata de sitios con una diversidad biológica muy alta

Fuente: SECIRA, 2021.

Imagen IV. 95. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional (componente fauna).



Fuente: SECIRA, 2021.



Para el caso del factor fauna se tiene que la mayor representación la tienen las zonas catalogadas como **buenas (puntuación=7)**, en la que los recursos disponibles son más limitados, se tienen a los fragmentos de mayor superficie de la vegetación secundaria arbustiva de selva. El siguiente valor ponderado con **5 (regular/modificado)** lo presentan los pequeños mosaicos de vegetación secundaria arbustiva de selva, en la que los recursos disponibles se reducen considerablemente. El menor valor en lo que se refiere a fauna lo presentan las zonas agropecuarias, las zonas rurales, junto con los distintos caminos en la que la fauna difícilmente puede habitar, amén de que en las vías de comunicación (veredas y carreteras en este caso particular) se puede presentar muerte de animales a causa de la mortalidad vial (en parte debido a la atracción de animales por carreteras 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 con respecto a la fauna del lugar.

#### IV.3.2.3. 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 del matorral, además que algunos tipos de vías proporcionan acceso a la colonización sobre terrenos no aptos para el desarrollo de asentamientos.

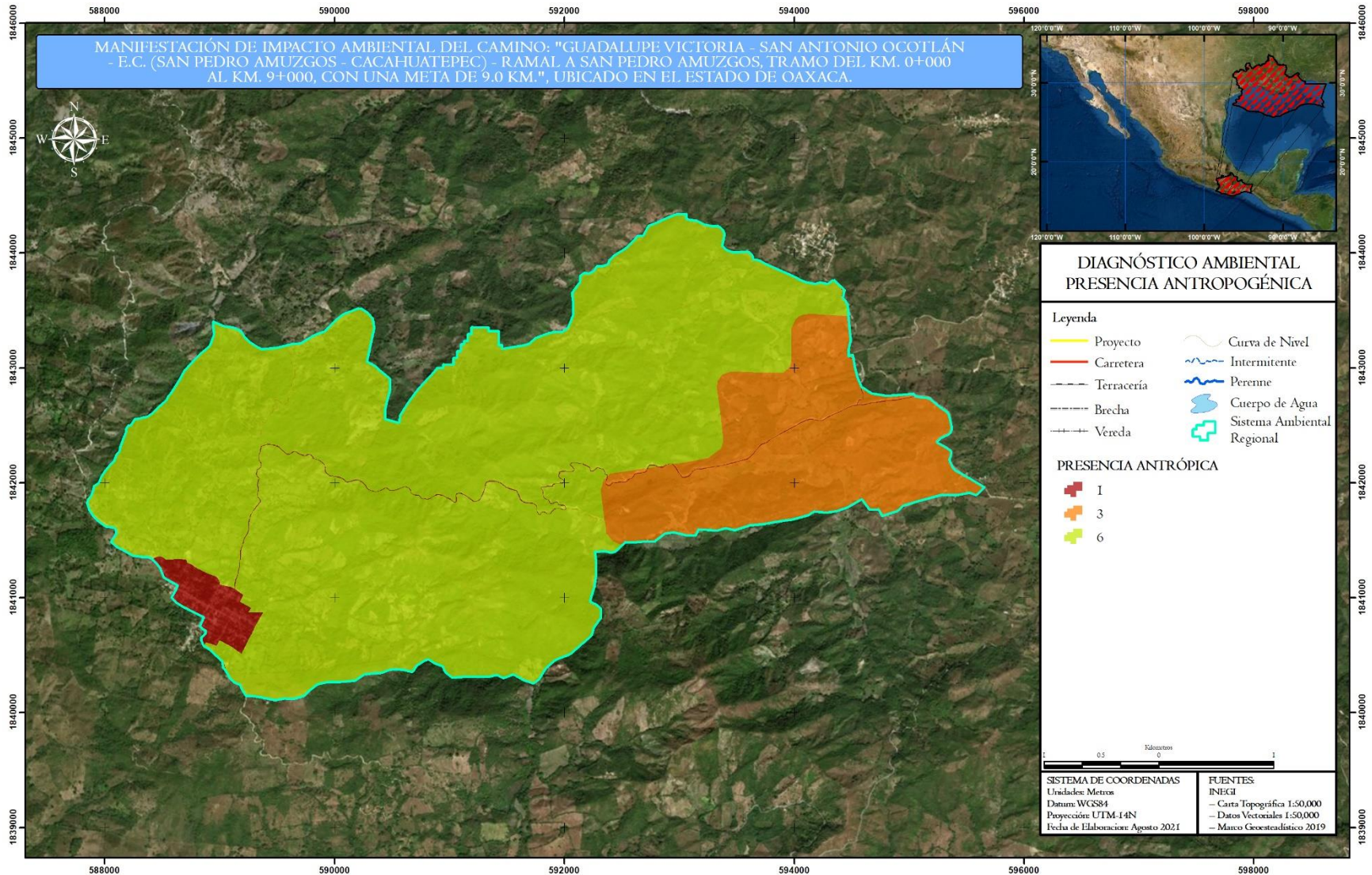
Los asentamientos humanos se consideraron dentro de la calidad ambiental también en dos tipos, Localidades rurales y Localidades urbanas; las localidades urbanas son aquellas que concentran más de 2,500 habitantes; cabe señalar que su extensión territorial y la concentración de población tiene que ver de manera directa con el grado de modificación que ha sufrido el medio natural inmediato a dichas zonas.

**Tabla IV. 107.** 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	Cuando no existen vías de comunicación	Sin presencia de asentamientos humanos
6	Buena	Cuando únicamente hay terracería, brechas y veredas o cuando predominan carreteras.	Con presencia de asentamientos humanos de tipo rural (es decir con menos de 2500 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 2500 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, 2021.

Imagen IV. 96. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional (componente presencia antrópica).



Fuente: SECIRA, 2021.

En la anterior imagen podemos atisbar que una importante superficie del Sistema Ambiental presenta una regular calidad ambiental en lo que se refiere a la presencia antropogénica, con carreteras de terracería, caminos tipo brecha y vereda. Mientras que las zonas prácticamente sin presencia antropogénica y sin la existencia de caminos se tratan de toda la vegetación secundaria arbustiva de selva.

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, nos 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 raster para conseguir realizar las sumatorias pertinentes y conseguir un raster 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 IV. 108.** 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	

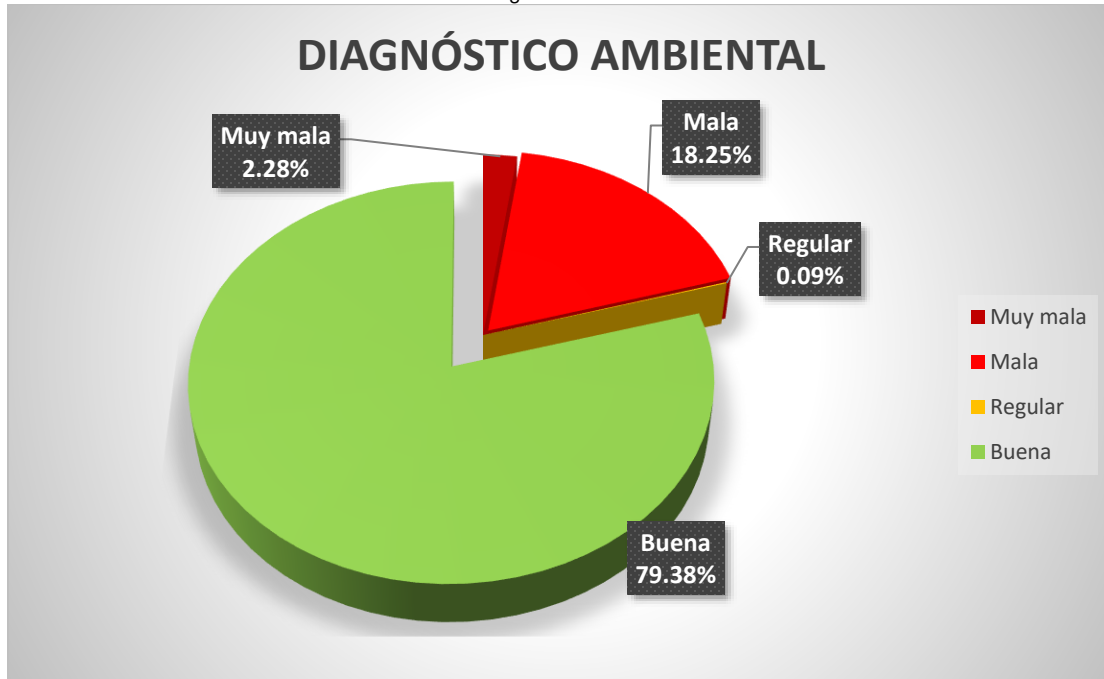
Fuente: SECIRA, 2021.

**Tabla IV. 109.** Diagnóstico ambiental del SAR.

RANGO	DIAGNÓSTICO AMBIENTAL	ÁREA (HAS)	PORCENTAJE (%)
07-17	Muy mala	39.54	2.28%
18-29	Mala	316.96	18.25%
30-41	Regular	1.59	0.09%
42-53	Buena	1378.69	79.38%
54-63	Excelente	0.00	0.00%
<b>TOTAL</b>		1736.78	100.00%

Fuente: SECIRA, 2021.

Gráfica IV. 13. Diagnóstico Ambiental del SAR.

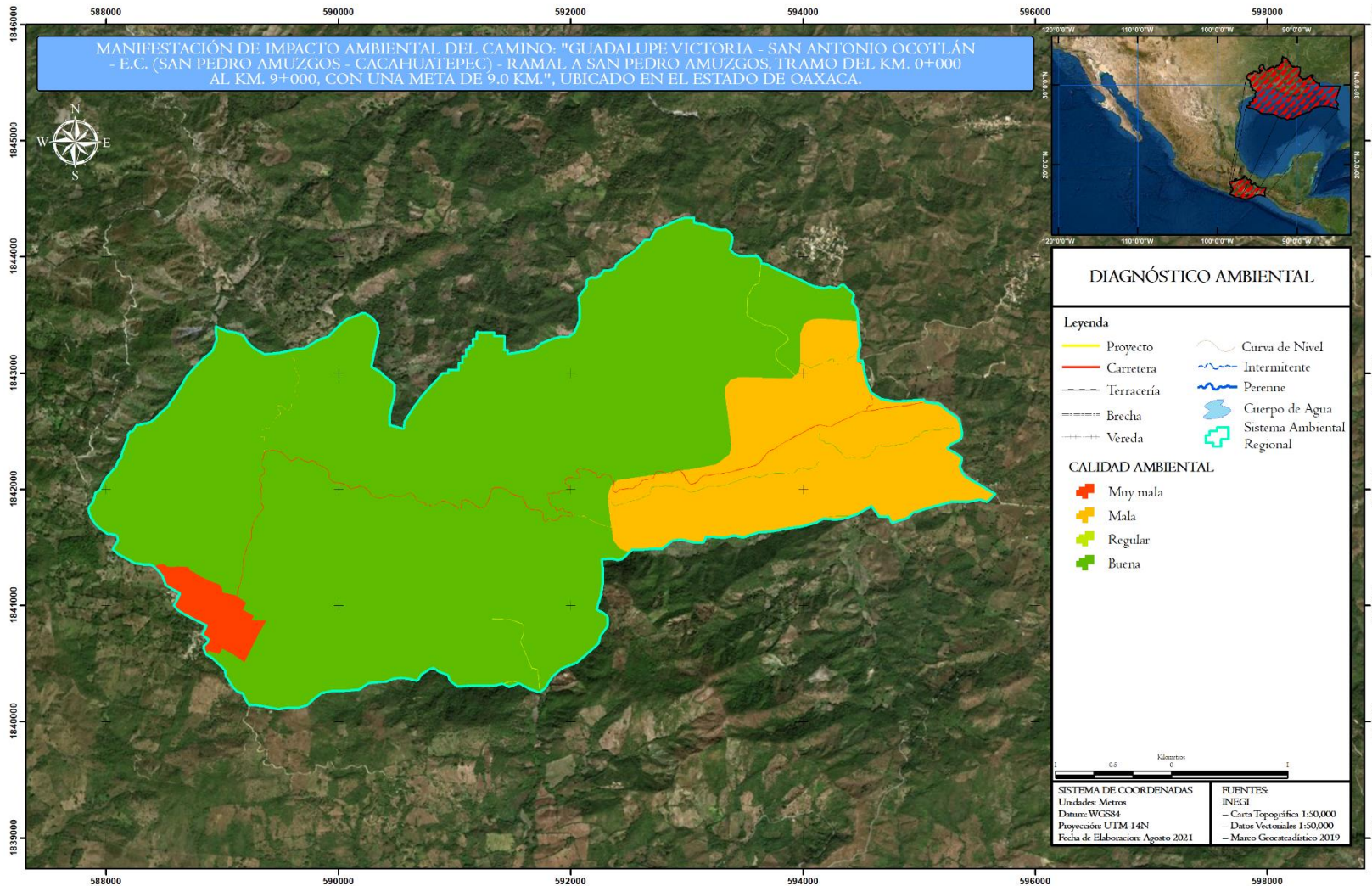


Fuente: SECIRA, 2021.

La tabla y la imagen anterior señalan que la mayor representatividad la tienen zonas con calidad ambiental designada como **buena**, esto es, con el **79.38%**, que es equivalente a 1,378.69 hectáreas, dichas zonas son congruentes con toda la vegetación secundaria arbustiva de selva ya sea baja caducifolia y/o mediana subperennifolia, en orden de importancia le sigue la calidad ambiental registrada como **mala** con el **18.25%** que equivalen a 316.96 hectáreas, estas zonas coinciden con toda la zona pecuaria de los pastizales cultivados. La muy mala calidad ambiental ocupa un 2.28% del SAR, es decir 39.54 hectáreas que coinciden con las vías de transporte y la localidad de san Antonio Ocotlán, de menor proporción se presenta la calidad ambiental regular con solamente un 0.09% que representa 1.59 hectáreas.

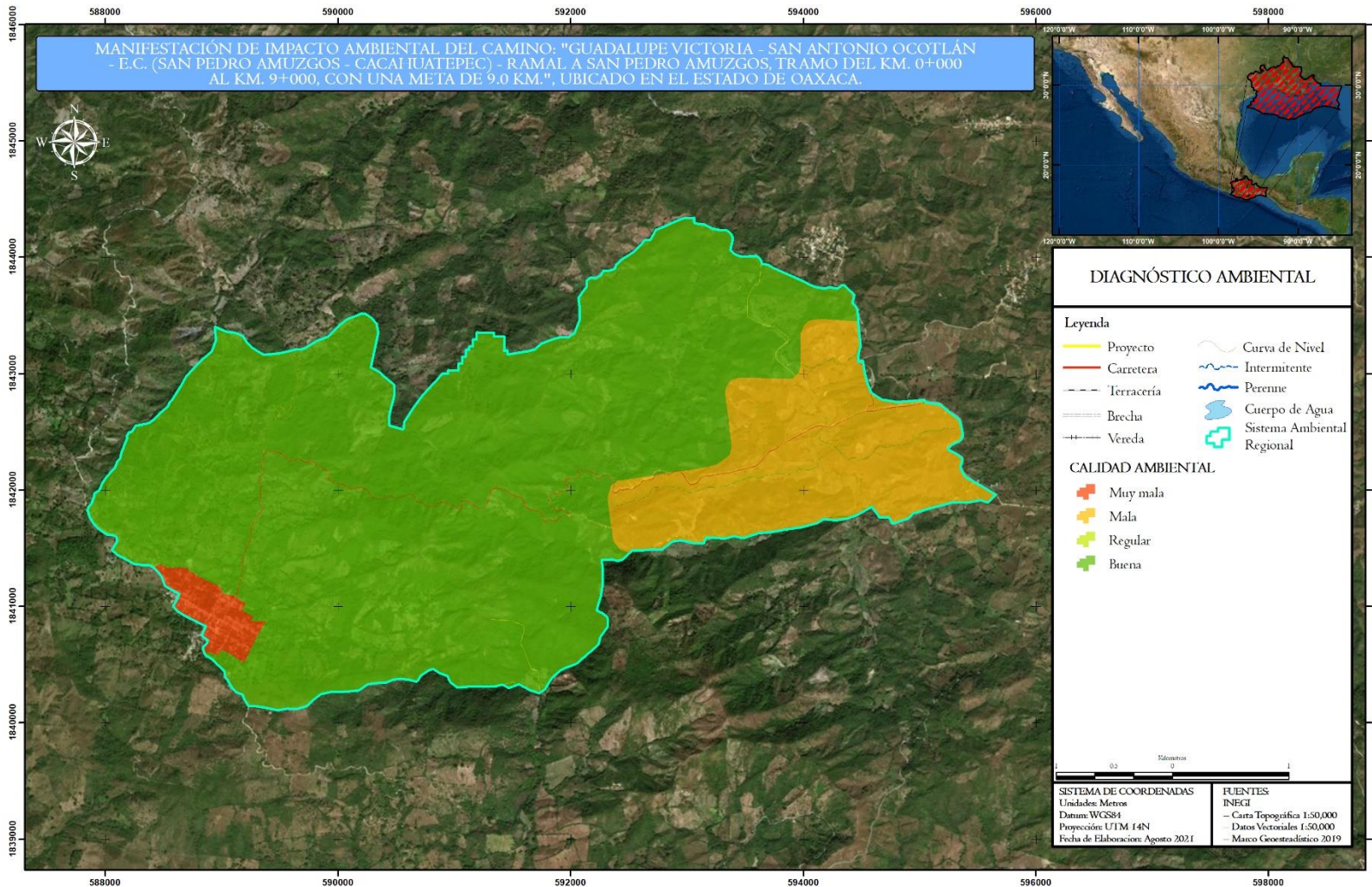
Los datos anteriores señalan que el SAR presenta un importante impacto ambiental ocasionado principalmente por el cambio de uso de suelo forestal hacia el pastizal cultivado con fines agropecuarios. En algunas zonas en donde se presenta la vegetación con impactos antropogénicos señalan una gran presión antropogénica, la cual es tanta que impide el desarrollo de la vegetación, es decir no le da oportunidad de recuperarse, provocando con esto, una vegetación inducida. En el paisaje en el que antes dominaban las selvas, ahora se tiene una vegetación eliminada y/o alterada por la mano del hombre causadas por la introducción de caminos y localidades rurales.

Imagen IV. 97. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental del Trazo del Proyecto.



Fuente: SECIRA, 2021

Imagen IV. 98. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental del Trazo del Proyecto con transparencia al 40%.



Fuente: SECIRA, 2021.

## ÍNDICE DE CAPITULO.

<b>V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.</b>	<b>4</b>
V.1. Identificación de impactos.	4
V.2. Características de los impactos.	20
V.2.1. Indicadores de impacto.	55
V.3. Valoración de los Impactos.	57
V.4. Impactos Residuales.	85
V.5. Impactos Acumulativos.	87
V.6. Conclusiones.	89

## ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla V. 1. Lista indicativa de indicadores de impacto.	5
Tabla V. 2. Atributos del suelo y nivel de susceptibilidad en el Sistema Ambiental del proyecto.	6
Tabla V. 3. Indicadores de sensibilidad del suelo en el Sistema Ambiental.	7
Tabla V. 4. Sensibilidad Geológica del área del Sistema Ambiental.	7
Tabla V. 5. Sensibilidad Geomorfológica del Sistema Ambiental.	8
Tabla V. 6. Indicadores de Sensibilidad de la vegetación del Sistema Ambiental Regional del Proyecto.	10
Tabla V. 7. Resumen de vegetación de probable de afectación debido al trazo del proyecto.	10
Tabla V. 8. Listado de cotejo de la preparación del sitio del proyecto de las principales actividades.	12
Tabla V. 9. Listado de cotejo de la construcción del proyecto.	13
Tabla V. 10. Listado de cotejo de la operación y mantenimiento del proyecto.	14
Tabla V. 11. Principales impactos y factores ambientales afectados del proyecto.	15
Tabla V. 12. Listados de Actividades del proyecto.	20
Tabla V. 13. Lista indicativa de indicadores de impacto.	21
Tabla V. 14. Componentes y factores del entorno.	26
Tabla V. 15. Factores susceptibles de afectación y su instrumento legal de regulación del proyecto.	26
Tabla V. 16. Posibles Interacciones entre las Actividades y Atributos Ambientales del proyecto.	28
Tabla V. 17. Categorías de los impactos identificados en la matriz de ponderación.	28
Tabla V. 18. Interacciones identificadas.	28
Tabla V. 19. Interacciones identificadas y Porcentaje.	29
Tabla V. 20. Matriz ponderada de impactos ambientales.	31
Tabla V. 21. Uso de Suelo y Vegetación Presentes en el Sistema Ambiental Regional (INEGI, 2015).	32
Tabla V. 22. Cálculo de las medidas de fragmentación del paisaje agropecuario antes del proyecto.	40
Tabla V. 23. Cálculo de las medidas de fragmentación del paisaje una vez ingresado el trazo del proyecto.	49
Tabla V. 24. Comparación de las medidas de fragmentación antes del trazo del proyecto y una vez ingresado el mismo.	52
Tabla V. 25. Índices Cuantitativos para el seguimiento de los impactos ambientales.	55
Tabla V. 26. Identificación y descripción de los elementos ambientales que pueden resultar afectados por el proyecto.	56
Tabla V. 27. Cuantificación y seguimiento de los indicadores de Impacto ambiental.	56
Tabla V. 28. Lista indicativa de criterios utilizados.	57
Tabla V. 29. Síntesis de los criterios para la ponderación de los impactos ambientales.	58
Tabla V. 30. Evaluación de los impactos ambientales.	59
Tabla V. 31. Matriz de Identificación de Impactos Ambientales.	67
Tabla V. 32. Impactos significativos derivados del proyecto.	68
Tabla V. 33. Índice de Impactabilidad.	69
Tabla V. 34. Listado de actividades de acuerdo a su índice de impactabilidad.	69
Tabla V. 35. Índice de Impactabilidad en el proyecto.	69

Tabla V. 36. Atributos ambientales con Impactos Ambientales Positivos.....	70
Tabla V. 37. Atributos ambientales con Impactos ambientales Negativos.....	70
Tabla V. 38. Distribución de los impactos porcentuales por etapa. ....	72
Tabla V. 39. Intervalos de los Impactos Negativos y Positivos generados por las actividades del proyecto. ....	72
Tabla V. 40. Impactos ambientales negativos relevantes del proyecto. ....	72
Tabla V. 41. Impactos ambientales relevantes positivos del proyecto.....	73
Tabla V. 42. Uso de Suelo y Vegetación Presentes en el Sistema Ambiental Regional (INEGI, 2015). ....	76
Tabla V. 43. Unidades del paisaje presentes en el SAR. ....	76
Tabla V. 44. Análisis regional a escala 1:10,000. ....	77
Tabla V. 45. Afectación Total a las unidades de paisaje. ....	80
Tabla V. 46. Ponderación regional a escala 1:10,000 una vez ingresado el proyecto.....	80
Tabla V. 47. Diferencia de coeficientes de impacto (pérdida de superficie equivalente. ....	80
Tabla V. 48. Impactos identificados como acumulativos. ....	88

### ÍNDICE DE IMÁGENES.

Imagen V. 1. Paisaje existente sin usos de suelo y vegetación antes del ingreso del trazo del proyecto. ....	33
Imagen V. 2. Paisaje existente con usos de suelo y vegetación antes del ingreso del proyecto.....	34
Imagen V. 3. Paisaje por tomar en cuenta para el análisis de fragmentación. ....	35
Imagen V. 4. Fragmentación existente en el Sistema Ambiental Regional antes del proyecto. ....	38
Imagen V. 5. Conectividad existente en el Sistema Ambiental Regional antes del proyecto. ....	41
Imagen V. 6. Fragmento con el mayor valor de tamaño efectivo de la malla ( <i>mesh</i> ) antes de ingresar el proyecto. ....	42
Imagen V. 7. Paisaje existente sin usos de suelo y vegetación una vez ingresado el trazo del proyecto. ....	44
Imagen V. 8. Paisaje existente con usos de suelo y vegetación una vez ingresado el trazo del proyecto.....	45
Imagen V. 9. Paisaje por tomar en consideración para el análisis de fragmentación.....	46
Imagen V. 10. Fragmentación obtenida una vez ingresado el proyecto. ....	48
Imagen V. 11. Conectividad obtenida una vez ingresado el proyecto. ....	50
Imagen V. 12. Fragmento con mayor valor de tamaño efectivo de la malla una vez ingresado el proyecto. ...	51
Imagen V. 13. Condición actual del Sistema Ambiental Regional con unidades de paisaje y sin proyecto con imagen en Google Maps.....	78
Imagen V. 14. Condición actual del Sistema Ambiental Regional con unidades de paisaje y sin proyecto con imagen satelital.....	79
Imagen V. 15. Modernización de camino existente de terracería. ....	82
Imagen V. 16. Afectación a las unidades de paisaje del Sistema Ambiental Regional con proyecto con imagen Google Maps. ....	83
Imagen V. 17. Afectación a las unidades de paisaje del Sistema Ambiental Regional con proyecto con imagen satelital.....	84
Imagen V. 18. Diagrama de flujo donde se representan las interacciones entre subsistemas. ....	86
Imagen V. 19. Impactos acumulados.....	87

### ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS.

Fotografía V. 1. Fotografías aéreas del proyecto.....	36
Fotografía V. 2. Vista aérea de la carretera de terracería existente. ....	53
Fotografía V. 3. Obras de drenaje existentes usadas como paso de fauna. ....	54

### ÍNDICE DE GRÁFICAS.

Gráfica V. 1. Distribución de los Impactos por etapa. ....	30
Gráfica V. 2. Atributos ambientales con Impactos Ambientales Positivos. ....	70
Gráfica V. 3. Impactos Ambientales Negativos.....	71



---

Gráfica V. 4. Actividades que alcanzan a producir el 100% de Impactos significativos negativos del proyecto.	73
Gráfica V. 5. Actividades que alcanzan a producir el 100% de Impactos significativos positivos del proyecto.	74

## 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 Regional, 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 conocer 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, para este objetivo será incorporada la información referente a los componentes ambientales del Sistema Ambiental Regional delimitado en el Capítulo IV del presente trabajo. La componente espacial del área del proyecto y su integración en el Sistema Ambiental Regional 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, diversas formas de 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 del proyecto, es necesario establecer indicadores que señalen dichos impactos ambientales. 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	FACTOR AMBIENTAL	ATRIBUTOS
Físicos.	Clima.	Velocidad del viento.
		Insolación.
	Geomorfología.	Denudación.
		Movimientos de materiales.
		Relieve.
	Geología.	Material (tipo de roca).
		Afloramientos rocosos.
		Inestabilidad.
	Suelo.	Unidad de suelo (tipo).
		Erodabilidad.
		Profundidad.
		Pedregosidad.
	Aire.	Composición gaseosa.
		Aeropartículas minerales.
Acústica.		
Hidrología Subterránea.	Composición del acuífero.	
	Recarga hidrológica.	
Hidrología Superficial.	Dinámica hidrológica.	
	Calidad del agua.	
	Avenidas.	
Biótico.	Vegetación.	Diversidad.
		Abundancia.
	Fauna.	Diversidad.
		Abundancia.
	Hábitat.	Sucesión ecológica.
		Comunidades vegetales.
Paisaje.	Fondo escénico y estético.	Composición.
		Sensibilidad.
		Calidad visual.
Socioeconómico.	Uso del suelo.	Fragilidad.
		Status ecológico.
		Tenencia de la tierra.
	Elementos Urbanos.	Uso potencial.
		Uso actual.
		Vialidad y transporte.
	Salud y Seguridad social.	Asentamientos humanos.
		Migración interregional.
	Económicos.	Seguridad en el trabajo.
		Calidad de vida.
		Generación de empleo.
		Medios de comunicación.
		Consumo de bienes y servicios.
		Actividades Antropogénicas.

Fuente: SECIRA, 2021.

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 Regional 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
Cambisol		X			X		X				X	
Luvisol		X			X		X			X		
Regosol		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
Cambisol	X			X			X		
Luvisol		X			X			X	
Regosol	X				X			X	

Fuente: SECIRA, 2021.

Dentro de la sensibilidad del elemento suelo, se tienen a los suelos Cambisoles, Luvisoles y Regosoles:

- 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.
- Los regosoles (del griego reghos, manto) son suelos muy jóvenes, generalmente resultado del depósito reciente de roca y arena acarreadas por el agua; de ahí que se encuentren sobre todo al 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. Las variantes más comunes en el territorio, los regosoles éútricos y calcáricos, 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 Cambisoles combinan suelos con formación de por lo menos un horizonte subsuperficial incipiente. La transformación del material parental es evidente por la formación de estructura y decoloración principalmente parduzca, incremento en el porcentaje de arcilla, y/o remoción de carbonatos.

**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
Cambisol	3	1	2	6
Luvisol	3	3	1	7
Regosoles	2	2	2	6

Fuente: SECIRA, 2021.

En el Sistema Ambiental Regional presenta distintas asociaciones de suelos, prevaleciendo la asociación con clave Bd+Lc/2, es decir cambisol dístico-luvisol crómico de textura media con 1,099.94 hectáreas, que representan un 63.33%, suelos localizados en el centro del Sistema en altitudes que van de los 400 msnm a los 840 msnm en un clima cálido subhúmedo, con vegetación de selva baja caducifolia y mediana subperennifolia en estado secundario arbustivo y con pastizales cultivados. En segundo sitio la asociación de suelo regosol dístico de textura gruesa (clave Rd/1/L) abarca 442.87 hectáreas equivalentes al 25.50% del SAR y localizadas en el extremo este en altitudes que oscilan entre los 380 msnm y los 500 msnm, suelos que presentan una dominancia de pastizales cultivados y en menor proporción selva baja caducifolia y selva mediana perennifolia. De menor representatividad la asociación Luvisol ortico-Litosol-Feozem haplico de textura media presentan una superficie de 193.97 hectáreas que representan un 11.17% y localizados en el suroeste, estos suelos se asentaron en altitudes de los 540 a los 860 msnm con clima cálido subhúmedo y con vegetación secundaria arbustiva de selva mediana perennifolia sobre ellos. En lo que se refiere al trazo del proyecto, éste se asentó sobre distintas asociaciones de suelos, esto es, del km 0+000 al km 0+630 se presenta la asociación con clave Lo+l+Hh/2, es decir luvisol órtico-litosol (leptosol)-de textura media, a partir de este kilómetro y hasta el cadenamamiento 7+135 se presenta la siguiente asociación: Bd+Lc/2 (cambisol dístico-luvisol crómico). Finalmente, a partir de este cadenamamiento y hasta el final del trazo se presenta la siguiente asociación: Rd/1/L (regosol dístico).

## GEOLOGÍA

La litología del el Sistema Ambiental Regional presenta una dominancia de rocas metamórficas del Mesozoico, de tipo Gneis, estas rocas del Jurásico cubren un 73.59% del Sistema Ambiental que equivalen a 1,278.10 hectáreas localizadas en todo el centro-oriente del SAR, en altitudes que oscilan entre los 380 msnm a los 860 msnm, en los que los suelos regosoles, Cambisoles y luvisoles se han desarrollado, permitiendo a su vez que la selva haya prosperado, afectada actualmente por el cambio de uso de suelo hacia el pastizal cultivado con fines pecuarios en una zona cálida. En segundo sitio las rocas ígneas intrusivas del Cenozoico abarcan un total de 458.68 hectáreas que representan un 26.41% del SAR, estas rocas del Terciario se localizan en altitudes que van de los 420 msnm a los 840 msnm, sobre estas rocas de tipo granito se desarrollaron los suelos de tipo Cambisoles y luvisoles en un clima cálido subhúmedo que han permitido que la selva haya prosperado. El Trazo del Proyecto se asentó mayormente sobre rocas del Jurásico con rocas metamórficas de tipo Gneis, esto en el lado oriente del trazo, mientras que en una pequeña parte del trazo en el poniente se presentan rocas ígneas extrusivas ácidas. Específicamente del km 0+000 al km 3+000 se presentan rocas ígneas extrusivas y del km 3+000 al km 9+000 se presentan rocas metamórficas de tipo Gneis.

**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
Neiss	1	1	2	1	0	0	5

Fuente: SECIRA, 2021.

## GEOMORFOLOGÍA.

En cuanto al Sistema Ambiental Regional del trazo del proyecto se asienta en su totalidad en la Subprovincia Costas del Sur, la cual comprende la angosta llanura costera del Pacífico, que va más o menos en sentido oeste noroeste-este sureste, desde las cercanías de la desembocadura del río Coahuayana, límite entre Colima y Michoacán de Ocampo, hasta Salina Cruz, Oaxaca, pasando por el estado de Guerrero. En sus tramos más angostos tendrá unos 20 km de ancho; comienza a ampliarse a la altura de Zihuatanejo para alcanzar un máximo de 45 km en la región de Santiago Pinotepa Nacional, Oaxaca. La porción guerrerense localizada entre el límite del estado de Michoacán de Ocampo y la ciudad de Acapulco de Juárez, es conocida como "Costa Grande"; la que se extiende al este de la última población mencionada y llega a Pinotepa Nacional, Oaxaca, es llamada "Costa Chica" y la zona más al oriente se conoce sólo como la "Costa".

El Trazo del Proyecto se asienta completamente sobre la topografía designada como sierra alta compleja. Topografía que prevalece en el SAR en un 99.96% que representan 1,736.01 hectáreas, con altitudes que oscilan entre los 380 msnm a los 860 msnm, con únicamente lomerío con cañadas en el lado noreste con una altitud de 420 msnm cubriendo 0.77 hectáreas que corresponden con el 0.04% del Sistema Ambiental.

**Tabla V. 5.** Sensibilidad Geomorfológica del Sistema Ambiental.

GEOFORMA	PROCESOS GEOMORFOLÓGICOS			
	Denudación	Acumulación	Derrumbes	
Lomerío con cañadas	1	1	2	
Sierra alta compleja	2	1	2	

GEOFORMA	INTEMPERISMO		EROSIÓN		SENSIBILIDAD TOTAL
	Antropológico	Natural	Antropológica	Natural	
Lomerío con cañadas	1	2	2	1	10
Sierra alta compleja	2	1	2	1	11

Fuente: SECIRA, 2021.

## HIDROLOGÍA.

El municipio de San Pedro Amuzgos pertenece a la Región hidrológica Costa Chica-Río Verde, a la Cuenca Río Metepec o Grande, y a dos Subcuencas, Principalmente a la Subcuenca Río San Miguel en un 75.52% y en menor proporción a la Subcuenca Riño Nuevo o Cortijos con un 24.48%. Asimismo, el municipio presenta las siguientes corrientes de agua perennes: Atotonilco, Lucía, El Achote y Nejapa. En cuanto a las corrientes intermitentes se presentan las siguientes: La Miel, El Mapache, Piedra Parada y El Trapiche (esta corriente atraviesa el trazo del proyecto). En cuanto al municipio de San Juan Cacahuatepec se localiza también en la Región hidrológica Costa Chica-Río Verde, Cuenca Río Ometepec o Grande y en las Subcuencas Subcuenca Riño Nuevo o Cortijos en un 59.88% y a la Subcuenca Río San Miguel con el 40.12% restante del territorio municipal. En cuanto a las corrientes de agua perennes se localizan las siguientes dentro del SAR: Lucía, Santa Catarina, El Maíz, Chicapilla y Camarón, finalmente, las corrientes intermitentes dentro del municipio son las siguientes: Yerba Santa, Los Tres Ríos, Prieto, La Pastora, El Júcaro, La Miel y Yerba Santa. Asimismo, el Sistema Ambiental presenta 24 corrientes de agua, la mayoría de carácter intermitente, esto es 19 y solo 5 de condición perenne, destacando el cauce El Trapiche que atraviesa el trazo del proyecto en la parte oriente a la altura del Km 8+618, seguido del cauce perenne conocido como La Miel, mismo que delimita el Sistema Ambiental en su parte poniente, el Río La Pastora localizado en el centro sur y El Mapache, cauce que alimenta al cauce El Trapiche.

## VEGETACIÓN.

A continuación, se realiza una descripción de los tipos de uso de suelo y vegetación con el que cuenta el área del proyecto y el Sistema Ambiental Regional, apoyados de la guía para la interpretación de cartografía uso de suelo y vegetación del INEGI Serie VI.

- ✓ **Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Mediana Subcaducifolia.**- Este Uso de Suelo y Vegetación tiene especies que pueden medir entre 25 y 30 m. La densidad de árboles y su cobertura es mucho menor que

la de las selvas altas perennifolias y subperennifolias, y ocupa territorios menos húmedos –entre 1,000 y 1,200 mm anuales de lluvia. En la temporada de lluvias la cobertura puede ser lo suficientemente densa para disminuir la incidencia de luz solar en el suelo, lo que evita el crecimiento de especies herbáceas en el sotobosque. Esta vegetación crece en altitudes entre los 150 y 1,250 msnm. Entre las especies que componen este tipo de vegetación destacan: guapinol (*Hymenaea courbaril*), parota (*Enterolobium cyclocarpum*), *Piscidia piscipula*, palo mulato (*Bursera simaruba*), amate o matapalo (*Ficus spp.*), hormiguillo (*Cordia alliodora*), *C. elaeagnoides*, sangregado (*Croton draco*), *Plumeria rubra*, *Vitex mollis*, *Pterocarpus acapulcensis*, *Ceiba pentandra* y *Pseudobombax ellipticum*, entre otras. Las epifitas y las plantas trepadoras, así como el estrato herbáceo son reducidos en comparación con ambientes más mesófilos. La sucesión secundaria en las selvas tropicales húmedas es un proceso continuo, en la etapa inicial los factores más relevantes son los que rigen el proceso de colonización, hasta llegar a estadios más avanzados en los que la habilidad competitiva de las especies y su tolerancia a las condiciones son las que tienden a regular los patrones de reemplazo de especies, las relaciones de dominancia y los tipos de asociaciones en un sitio (Guariguatay Ostertag, 2001; Wiegand y Felinks, 2001). Durante los distintos estadios de la sucesión el número de especies dominantes del dosel cambia, en las selvas jóvenes es dominado por pocas especies, pero la relación se va equilibrando (codominancia) a medida que alcanzan la madurez. 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, de los siguientes tipos:

- Arbórea.
  - Arbustiva.
  - Herbácea.
- ✓ **Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia.**– Se le encuentra desde el nivel del mar hasta unos 1 900 m, rara vez hasta 2 000 m de altitud, principalmente sobre laderas de cerros con suelos de buen drenaje, en la vertiente del golfo no se le ha observado arriba de 800 m la cual se relaciona con las bajas temperaturas que ahí se tienen si se le compara con lugares de igual altitud de la vertiente del pacífico. Los componentes arbóreos de esta selva presentan baja altura, normalmente de 4 a 10 m (eventualmente hasta 15 m). El estrato herbáceo es bastante reducido y sólo se puede apreciar después de que ha empezado claramente la época de lluvias y retoñan o germinan las especies herbáceas. Las formas de vidas crasas y suculentas son frecuentes, especialmente en los géneros *Agave*, *Opuntia*, *Stenocereus* y *Cephalocereus*. En este tipo de selva son comunes: *Bursera simaruba* (chaka, palo mulato); *Bursera sp.* (cuajote, papelillo, copal, chupandia); *Lysiloma sp.* (tsalam, tepeguaje); *Jacaratia mexicana* (bonete); *Ceiba sp.* (yaaxche, pochote); *Bromelia pinguin* (chom); *Pithecellobium keyense* (chukum); *Ipomoea sp.* (cazahuate); *Pseudobombax sp.* (amapola, clavellina); *Cordia sp.* (ciricote, cuéramo); *Pithecellobium acatlense* (barbas de chivo); *Amphypterigium adstringens* (cuachalalá); *Leucaena leucocephala* (waxim, guaje); *Erythrina sp.* (colorín), *Lysiloma divaricatum*, *Phoebe tampicensis*, *Acacia coulteri*, *Beaucarnea inermis*, *Lysiloma acapulcensis*, *Zuelania Guidonia*, entre otras. Es una de las selvas de mayor distribución en México, al sur se extiende desde el litoral hasta las serranías próximas con penetraciones a lo largo de algunos ríos como el Balsas y sus afluentes (Michoacán, Guerrero, Morelos y Puebla). En el istmo de Tehuantepec la selva traspasa el parteaguas y ocupa una gran parte de la depresión central de Chiapas. La península de Baja California en su parte sur presenta un área aislada que se localiza en las partes inferiores y medias de las sierras de La Laguna.
- ✓ **Pastizal cultivado.** Esta comunidad dominada por gramíneas o graminoides aparece como consecuencia del desmonte de cualquier tipo de vegetación; también puede establecerse en áreas agrícolas abandonadas o bien como producto de áreas que se incendian con frecuencia. Los pastizales inducidos algunas veces

corresponden a una fase de la sucesión normal de comunidades vegetales, cuyo clímax es por lo común un bosque o un matorral. A consecuencia del pastoreo intenso o de los fuegos periódicos, o bien de ambos factores juntos, se detiene a menudo el proceso de la sucesión y el pastizal inducido permanece como tal mientras perdura la actividad humana que lo mantiene. Otras veces el pastizal inducido no forma parte de ninguna serie normal de sucesión de comunidades, pero se establece y perdura por efecto de un intenso y prolongado disturbio, ejercido a través de tala, incendios, pastoreo y muchas con ayuda de algún factor del medio natural, como, por ejemplo, la tendencia a producirse cambios en el suelo que favorecen el mantenimiento del pastizal. De esta manera se tiene la categoría de pastizales inducidos que prosperan una vez destruidos los bosques de pino y de encino, característicos de las zonas montañosas de México. En altitudes superiores a 2 800 m las comunidades secundarias frecuentemente son similares a la pradera de alta montaña, formadas por gramíneas altas que crecen en extensos macollos. Los géneros *Festuca*, *Muhlenbergia*, *Stipa* y *Calamagrostis* son los más típicos de estos pastizales que, además de su interés ganadero, son aprovechados también a través de la extracción de la raíz de zacatón, materia prima para la elaboración de escobas que proporcionan las partes subterráneas de *Muhlenbergia macroura*. Algunas otras especies de gramíneas que llegan a formar comunidades de pastizal inducido, son: *Aristida adscensionis* (Zacate tres barbas), *Dasyochloa pulchella* (Zacate borreguero), *Bouteloua simplex*, *Paspalum notatum* (Zacate burro), *Cenchrus spp.* (Zacate cadillo o Roseta), *Muhlenbergia phleoides*, *Enneapogon desvauxii* y otros. No es rara la presencia ocasional de diversas hierbas, arbustos y árboles.

**Tabla V. 6.** Indicadores de Sensibilidad de la vegetación del Sistema Ambiental Regional del Proyecto.

SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL= 1736.78 HECTÁREAS			
CVE_UNION	DESCRIPCIÓN	AREA_HA	SENSIBILIDAD
VSa/SMS	Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Mediana Subcaducifolia	918.04	Media
VSa/SBC	Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia	498.94	Media
PC	Pastizal Cultivado	319.80	Baja
<b>TOTAL</b>		<b>1736.78</b>	

Fuente: SECIRA, 2021.

De la superficie total del SAR (1736.78 has), solo se ocuparán para el proyecto 11.72 ha, que representan el 0.67 % de toda la superficie del SAR, es decir que el 99.33 % 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 total ocupada por el proyecto será de 11.72 ha, de las cuales 4.36 ha pertenece al camino existente y 7.36 ha corresponden a la superficie a afectar por el trazo del proyecto, de las cuales la Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Mediana Subcaducifolia abarca un área de 65.76 % y aunado a esta cifra, se adiciona la superficie ocupada por la Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia con 14.05 % y Pastizal Cultivado con 20.19 %.

**Tabla V. 7.** Resumen de vegetación de probable de afectación debido al trazo del proyecto.

TIPO DE VEGETACIÓN DEL SAR A SER AFECTADA POR EL PROYECTO	SUPERFICIE EN EL SAR (HA)	SUP. OCUPADA POR EL TRAZO (HA)	% DE OCUPACIÓN POR EL PROYECTO EN EL SAR
Camino existente	-	4.36	0.25
Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Mediana Subcaducifolia	918.04	4.84	0.28
Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia	498.94	1.03	0.06
Pastizal Cultivado	319.80	1.49	0.09
<b>TOTAL</b>	<b>1736.78</b>	<b>11.72</b>	<b>0.67</b>

Fuente: SECIRA, 2021.



## IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LAS FUENTES DE CAMBIO, PERTURBACIONES Y EFECTOS.

Las fuentes de cambio provocadas de la obra y que afectan al SAR se muestran en la lista de cotejo correspondiente a las actividades del proyecto del camino. 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 SAR, a partir de las acciones del proyecto, con la secuencia de impactos analizados en la red de eventos. 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. Trazo y delimitación del derecho de vía.
2. Indemnización a propietarios
3. Desmante de la vegetación.
4. Despalme del suelo.
5. Cortes.
6. Nivelación y rellenos.
7. Excavación.
8. Compactación.
9. Manejo y disposición de residuos de obra.
10. Instalación de infraestructura de apoyo provisional.
11. Preparación del cruce de caminos y vialidades.

**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 una área delimitada y definida, este proyecto tendrá como objetivo la modernización de un camino actual. Las actividades para esta etapa del proyecto se indican en la siguiente relación, y posteriormente se hace el análisis respectivo del factor en el cual inciden sus efectos y los impactos ambientales producidos.

12. Obras de drenaje y subdrenaje.
13. Construcción de Terraplenes.
14. Estabilidad de taludes.
15. Acarreos de material.
16. Plantas de asfalto, concreto, trituradoras.
17. Talleres y patios de servicio.
18. Colocación de carpeta asfáltica.
19. Obras complementarias.
20. Manejo y disposición de residuos.
21. Señalamientos.
22. Servicios adicionales al usuario.
23. Áreas verdes.
24. Desmantelamiento de la infraestructura de apoyo.

**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 corrección de la curva, para conservar y alargar la vida útil del proyecto. A continuación, se enlistan las actividades previstas de ambas etapas del proyecto:

25. Tránsito vehicular.
26. Bacheo, pintura y señalización.
27. Limpieza de vegetación ruderal y residuos.
28. Sistema de Prevención de Accidentes.
29. Áreas verdes.

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, así como los principales componentes ambientales afectados.

**Tabla V. 8.** Listado de cotejo de la preparación del sitio del proyecto de las principales actividades.

ACTIVIDAD.	FACTORES AMBIENTALES AFECTADOS.	IMPACTO.
Trazo de trayectoria y delimitación del DDV.	Vegetación.	Afectación a la vegetación de manera puntal y disperso.
	Uso de Suelo.	Cambio del uso de suelo de actividades agropecuarias que será modificada para ser dedicadas únicamente al uso de una vía de comunicación que favorecer la comunicación y transporte terrestre.
Desmante.	Vegetación.	Eliminación a lo largo del trazo de la vegetación presente.
	Hábitat.	Afectación longitudinal y fragmentación del hábitat de fauna silvestre.
	Fauna.	Perturbación y desplazamiento de la escasa fauna silvestre principalmente aves.
	Paisaje.	Modificación del paisaje en sitios específicos ya que en su gran mayoría el paisaje ya fue modificado con antelación por el camino de terracería que fue construido para la comunicación terrestre de los pobladores.
	Calidad de vida.	Generación de empleos. Incremento en el consumo de bienes y servicios locales.
Despalme.	Suelo.	Erosión del suelo y pérdida de los horizontes, acumulación en partes bajas. Remoción de la capa de suelo fértil.
	Aire.	Contaminación del aire por partículas suspendidas y el empleo de la maquinaria.
	Hábitat.	Afectación a los microecosistemas por el efecto barrera y su fragmentación.
	Fauna.	Perturbación y desplazamiento de la escasa fauna silvestre principalmente Aves.
	Paisaje.	Alteración por los movimientos de las capas edáficas con equipo pesado y camiones de carga en los lomeríos y ruptura de la continuidad de la vegetación.
	Calidad de vida.	Generación de empleos. Incremento en el consumo de bienes y servicios locales.
Nivelación y rellenos.	Calidad de aire.	Contaminación del aire con partículas minerales, por el movimiento de tierras. Contaminación del aire por la generación de gases de combustión interna.
	Seguridad en el trabajo.	Riesgo de accidentes para los trabajadores, por uso de maquinaria y equipo pesado o falta de capacitación en el trabajo.
	Paisaje.	Modificación total de la geoforma ya que habrá una modificación de manera permanente e irreversible.
	Hidrología.	Contaminación de la calidad del agua por caída de materiales debido al movimiento de tierras para los terraplenes, principalmente en los márgenes de los cauces presentes, sin embargo, es importante señalar que solo se contemplan obras de drenaje y la pavimentación de los márgenes de este cuerpo acuífero sin embargo se considerará para fines de un posible impacto.
	Calidad de vida.	Generación de empleos para diferentes tipos de población trabajadora.
Compactación.	Aire.	Generación de Polvos.
	Fauna.	Ahuyentamiento y desplazamiento de fauna silvestre por el ruido.
	Calidad de Vida.	Generación de empleos de mano de obra local poco calificada.
	Acústica.	Aumento del ruido producto del empleo de maquinaria pesada.
	Hidrología.	Alteración de la dinámica hidrológica superficial.
Acarreos de material.	Aire.	Presencia de partículas suspendidas por el acarreo de materiales.
	Acústica.	Generación de ruido por los camiones de transporte.
	Generación de empleo.	Uso de los servicios locales de transporte de carga.
Acarreos de material (desmante y despalme).	Aire.	Presencia de partículas suspendidas por el acarreo de materiales.
	Acústica.	Generación de ruido por los camiones de transporte.
	Generación de empleo.	Uso de los servicios locales de transporte de carga.
Trabajo y presencia humana en campo.	Suelo.	Fecalismo al aire libre 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.
		Contaminación del aire provocado por las plantas generadoras de energía eléctrica.

Fuente: SECIRA, 2021.

**Tabla V. 9.** Listado de cotejo de la construcción del proyecto.

ACTIVIDAD.	FACTORES AMBIENTALES AFECTADOS.	IMPACTO.
Obras de drenaje y subdrenaje.	Suelo.	Incorporación de estructuras y elementos ajenos al terreno natural, existe una exposición de la superficie del suelo y horizontes.
	Geomorfología.	Socavación de las bases de las obras con movimientos de materiales.
	Hidrología.	Contaminación temporal de aguas superficiales y modificaciones temporales del patrón de escurrimiento superficial y del gasto hidrológico.
	Calidad de vida.	Generación de empleos.
Colocación de base y subbase.	Hidrología.	Alteración de la dinámica hidrológica superficial.
	Suelo.	Erosión y cambio de las características del suelo, con riesgos potenciales de contaminación.
	Generación de empleo.	Uso de mano de obra local y poco calificada.
Construcción de Terraplenes.	Hidrología.	Modificación temporal de la calidad del agua por caída accidental de materiales particulados finos en los cauces presentes.
	Geomorfología.	Modificación del relieve.
	Suelo.	Erosión gravitacional, eólica e hídrica por desaparición de la cubierta vegetal.
	Calidad de vida.	Modificación de la calidad del suelo, por contaminación con residuos sólidos, material de construcción y residuos.
Acarreos de material.	Calidad del aire	Generación de empleos para la contratación temporal de mano de obra calificada y no calificada.
		Contaminación por ruido.
	Calidad de vida	Generación de polvos.
Operación de maquinaria y equipo.	Calidad del aire	Contaminación atmosférica por los gases de combustión.
		Contaminación por ruido durante la operación de equipos y maquinaria pesada.
		Generación de polvos por el movimiento de materiales de construcción.
	Suelo	Contaminación atmosférica, por la generación de gases de combustión durante la operación de los equipos y maquinaria pesada.
		Contaminación del suelo y subsuelo por derrames ocasionales de combustibles, aditivos y lubricantes.
		Generación de empleos para la contratación temporal de mano de obra calificada y no calificada.
Plantas de asfalto, concreto, trituradoras, talleres y patios de servicio.	Seguridad	Riesgo de accidentes durante la operación de los equipos y maquinaria pesada.
	Calidad del agua	Afectación de los atributos del agua, por derrames accidentales de sustancias contaminantes en el drenaje, (aceites, aditivos y lubricantes) utilizadas para el equipo y maquinaria pesada.
	Calidad del aire	Generación de polvos.
	Suelo	Contaminación por ruido.
	Geomorfología y paisaje	Contaminación del suelo por la ocurrencia de derrames incidentales sustancias químicas para el equipo utilizado.
	Seguridad	Alteración y modificación temporal del paisaje.
Colocación de carpeta asfáltica, incluye riegos de liga y sello.	Seguridad	Riesgos de accidentes para la población trabajadora.
	Calidad de vida	Generación de empleos para la contratación temporal de mano de obra calificada y no calificada de la región.
	Clima	Afectación al microclima, por la incidencia de la radiación solar y calentamiento del asfalto, aunado al paso del flujo vehicular.
	Calidad del aire	Generación de empleos temporales de mano de obra calificada y no calificada de la región.
	Hidrología superficial	Producción del efecto barrera que impide el libre tránsito de la fauna, sobre todo la de lento desplazamiento, produciendo su mortandad.
Manejo y disposición de residuos de obra.	Calidad de vida	Formación de una barrera física que obstaculiza el drenaje superficial que puede provocar encharcamientos y la posibilidad de accidentes y procesos erosivos.
	Fauna	Contaminación del suelo y subsuelo por la presencia de sustancias contaminantes, asociados a un mal manejo y derrames ocasionales
Señalamientos.	Suelo	La presencia de residuos sólidos, aunado a un manejo inadecuado, provoca un deterioro local y temporal de la estética del paisaje
	Paisaje	La presencia de señalamientos provoca una alteración visual del paisaje, sin embargo, por otro lado, favorece la seguridad de la carretera y da cumplimiento con la Normatividad de la SCT.
Desmantelamiento de la infraestructura de apoyo.	Paisaje	Generación de empleos para la contratación temporal de mano de obra no calificada.
	Calidad de vida	Compactación e impermeabilización del terreno utilizado.
	Suelo	Contaminación del suelo, por la generación de residuos finales.

Fuente: SECIRA, 2021.

**Tabla V. 10.** Listado de cotejo de la operación y mantenimiento del proyecto.

ACTIVIDAD.	FACTORES AMBIENTALES AFECTADOS.	IMPACTO.
Tránsito vehicular.	Calidad del aire.	Contaminación del aire por la emisión de gases de combustión de los vehículos que circulen por la carretera. Emisión constante de ruido por el tráfico vehicular.
	Suelo y agua.	Contaminación del suelo y agua, por derrames ocasionales de aditivos, aceites lubricantes, gasolina que son transportados por el agua pluvial hacia los escurrimientos superficiales o al suelo.
	Fauna.	Atropellamiento de la fauna silvestre terrestre.
	Seguridad durante el transporte.	Riesgo de accidentes por la circulación de los vehículos e imprudencia de conductores, así como posibles atropellamientos de peatones.
	Asentamientos irregulares.	Crecimiento urbano irregular a la orilla del proyecto.
	Desarrollo urbano.	Incremento en la demanda de bienes y servicios.
Limpieza, bacheo y señalización.	Suelo.	Es benéfica la recolección y disposición de los residuos de asfalto y otros materiales, escombros y residuos sólidos presentes en el derecho de vía, derivados del uso de la carretera y mantenimiento. Contaminación del suelo por la ocurrencia de derrames ocasionales de sustancias como pintura y aceites.
	Calidad del aire.	Emisión de gases de combustión por colocación del asfalto nuevo.
	Seguridad.	Minimización del riesgo de accidentes vehiculares.
	Calidad de vida.	Generación temporal de empleo de mano de obra no calificada.
Colecta y Transporte de residuos generados a lo largo de la carretera y derecho de vía.	Suelo.	Contaminación del suelo en el sitio de disposición final.
	Calidad del Aire.	Dispersión de partículas fugitivas a la atmósfera. Generación de ruidos y emisión de sustancias a la atmósfera.
	Vialidades utilizadas.	Caída de residuos en la superficie de las vialidades.
	Accesos inmediatos de entrada y salida.	Accidentes viales potenciales por la presencia de residuos de gran tamaño o que puedan obstaculizar la visibilidad.
Sistemas de Prevención de Accidentes.	Seguridad.	Disminución de los accidentes viales, atropellamientos a peatones, colisiones y averías mecánicas.
		Disminución de las afectaciones a la integridad física de los usuarios.

Fuente: SECIRA, 2021.

A partir de esta primera aproximación de las modificaciones potenciales a los elementos del SAR, 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, así como los principales componentes ambientales afectados.

**Tabla V. 11.** Principales impactos y factores ambientales afectados del proyecto.

PRESIÓN O CAUSA DE MODIFICACIÓN	ESPECIALIDAD Y TEMPORALIDAD	EFECTOS		
		PRIMARIOS	SECUNDARIOS	TERCIARIOS
Desmante de la cobertura vegetal.	Local y permanente.	Pérdida de la cobertura vegetal, extracción de raíces y arrastre de troncos.	Erosión del suelo.	Durante el arrastre de los troncos, se acentúa la escorrentía superficial y mayor poder erosivo. Aumento en una emisión local de aeropartículas.
			Movimiento de rocas superficiales.	Ingreso a corrientes superficiales temporales, provocando un incremento local los sólidos suspendidos. Caída de materiales sueltos o fragmentados.
Despalme del suelo.	Local y permanente.	Remoción de los horizontes someros del suelo.	Pérdida del suelo y horizontes superficiales fértiles.	Carencia de un sustrato para reestablecer a organismos vegetales.
		Hábitat.	Afectación puntual del hábitat de fauna silvestre.	Disminución y fragmentación del hábitat para la fauna silvestre y su movilidad. Perturbación y desplazamiento de la escasa fauna silvestre. Disminución de la abundancia faunística.
		Paisaje.	Modificación del paisaje.	Alteración del paisaje geomorfológico y del patrón de la escorrentía superficial.
	Local y temporal.	Calidad del Aire.	Contaminación del aire por la generación de ruido y gases de combustión	Ahuyentamiento a largo plazo de forma intermitente de la fauna.
Excavación y nivelación.	Local y permanente.	Paisaje.	Modificación del paisaje a lo largo de la trayectoria del proyecto.	Conformación de un nuevo paisaje artificial con una nueva dinámica hidrológica.
		Suelo.	Eliminación de las capas superficiales del suelo	Se produce la imposibilidad del retorno de la vegetación e infiltración del agua pluvial.
	Local y temporal.	Calidad de aire.	Contaminación del aire con partículas y gases de combustión interna, por el movimiento de tierras.	Ahuyentamiento temporal de la fauna
Incorporación de los terraplenes.	Puntual e intermitente.	Paisaje.	Se verá modificado el paisaje debido a la colocación de estructuras y terraplenes que servirán para el cruce del proyecto sobre las corrientes hidrológicas temporales.	Afectación sobre el paisaje actual.
Pavimentación y operación del proyecto.	Regional y permanente.	Conformación de una barrera física de la fauna.	Atropellamiento de organismos de la fauna (en su mayoría pequeños mamíferos y reptiles).	Disminución de las poblaciones faunísticas y desplazamiento hacia las partes altas de los lomeríos.

Fuente: SECIRA, 2021.

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 Regional, interpretar los resultados y finalmente, establecer las medidas para prevenir y/o compensar los efectos negativos en el mismo con base en los resultados obtenidos en la evaluación. 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 particulares y especificaciones puntuales, en tiempo y espacio, así como la valoración de 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. Dicho análisis requiere 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 identificadas 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 Regional 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 aplicado como un indicador para monitoreo ambiental en varios países como Suiza y Alemania, se trata del método del *tamaño efectivo de la malla*, el cual será utilizado.
- Se procede a establecer las jerarquías de las actividades identificadas y ponderadas como las de mayor impacto y se agrupan en tres categorías, a fin de 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. 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 muy puntuales, tanto en tiempo como en espacio, así como en 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 Regional 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.
- ◆ Mantenimiento.

Los factores ambientales listados son:

- |                  |                                   |
|------------------|-----------------------------------|
| ◆ Clima.         | ◆ Vegetación.                     |
| ◆ Geomorfología. | ◆ Fauna.                          |
| ◆ Suelo.         | ◆ Hábitat y Paisaje.              |
| ◆ Geología.      | ◆ Factores Sociales y Económicos. |
| ◆ Hidrología.    |                                   |

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 esta matriz 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, en esta matriz 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 Regional 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 en el fundamento de 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 Regional 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:

$$C = \sum_{i=1}^n \left( \frac{A_i}{A_t} \right)^2.$$

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 ( $m$ ).

### **AFECCIÓN 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 Regional, para poder realizar, bajo límites, un análisis cartográfico de las unidades de paisaje. Para ello se consideraron las escalas de trabajo de 1:30,000 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.

### **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.
- 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 Regional 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. 12.** Listados de Actividades del proyecto.

<b>ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO DEL PROYECTO.</b>	
1.	Trazo y delimitación del derecho de vía.
2.	Indemnización a propietarios
3.	Desmante de la vegetación.
4.	Despalme del suelo.
5.	Cortes.
6.	Nivelación y rellenos.
7.	Excavación.
8.	Compactación.

9. Manejo y disposición de residuos de obra.
10. Instalación de infraestructura de apoyo provisional.
11. Preparación del cruce de caminos y vialidades.

**ETAPA DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO.**

12. Obras de drenaje y subdrenaje.
13. Construcción de Terraplenes.
14. Estabilidad de taludes.
15. Acarreos de material.
16. Plantas de asfalto, concreto, trituradoras.
17. Talleres y patios de servicio.
18. Colocación de carpeta asfáltica.
19. Obras complementarias.
20. Manejo y disposición de residuos.
21. Señalamientos.
22. Servicios adicionales al usuario.
23. Áreas verdes.
24. Desmantelamiento de la infraestructura de apoyo.

**ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL PROYECTO.**

25. Tránsito vehicular.
26. Bacheo, pintura y señalización.
27. Limpieza de vegetación ruderal y residuos.
28. Sistema de Prevención de Accidentes.
29. Áreas verdes.

Fuente: SECIRA, 2021.

**Tabla V. 13.** Lista indicativa de indicadores de impacto.

MEDIO	FACTOR AMBIENTAL	ATRIBUTOS
Físicos.	Clima.	1. Velocidad del viento.
		2. Insolación.
	Geomorfología.	3. Denudación.
		4. Movimientos de materiales.
		5. Relieve.
	Geología.	6. Material (tipo de roca).
		7. Afloramientos rocosos.
		8. Inestabilidad.
		9. Unidad de suelo (tipo).
	Suelo.	10. Erodabilidad.
		11. Profundidad.
		12. Pedregosidad.
		13. Composición gaseosa.
	Aire.	14. Aeropartículas minerales.
15. Acústica.		
Hidrología Subterránea.	16. Composición del acuífero.	
	17. Recarga hidrológica.	
Hidrología Superficial.	18. Dinámica hidrológica.	
	19. Calidad del agua.	
	20. Avenidas.	
Biótico.	Vegetación.	21. Diversidad.
		22. Abundancia.
	Fauna.	23. Diversidad.
		24. Abundancia.
	Hábitat.	25. Sucesión ecológica.
		26. Comunidades vegetales.
Paisaje.	Fondo escénico y estético.	27. Composición.
		28. Sensibilidad.
Socioeconómico.	Uso del suelo.	29. Calidad visual.
		30. Fragilidad.
		31. Status ecológico.
	Elementos Urbanos.	32. Tenencia de la tierra.
		33. Uso potencial.
		34. Uso actual.
		35. Vialidad y transporte.
		36. Asentamientos humanos.
		37. Migración interregional.

	Salud y Seguridad social.	38. Seguridad en el trabajo.
		39. Calidad de vida.
	Económicos.	40. Generación de empleo.
		41. Medios de comunicación.
		42. Consumo de bienes y servicios.
		43. Actividades Antropogénicas.

Fuente: SECIRA, 2021.

De esta forma se identificaron **29 Actividades** durante todas las etapas programadas del proyecto y **43 Elementos** del medio natural y socioeconómico sobre los cuales la obra ejerce algún tipo de interacción. Con estas variables se llevó a cabo la identificación y evaluación de los impactos ambientales, y de manera subsecuente se determinó 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 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 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. 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 modificarán las propiedades del suelo el cual corresponde al tipo de regosoles, luvisoles y Cambisoles, y cuenta con características principales de escasa profundidad, menor a 50 centímetros, con un impacto permanente e irreversible; se tiene una ponderación **baja**, lo cual obedece a que la zona donde se pretende realizar el proyecto abarca una gran superficie de camino de terracería existente y en los lugares considerados para el cambio de uso de suelo, se encuentra con una cubierta arbustiva de selva perturbada en estado secundario por diferentes actividades antropogénicas que existen, como la deforestación para el uso de leña, el cambio de uso de suelo hacia el pastizal con fines agropecuarios, cambio observado con mayor intensidad en la parte central del Sistema Ambiental Regional. Todo esto sobre suelos someros que descansan directamente sobre un material geológico fragmentado y sobre suelos que han sido utilizados para la vía de comunicación. La infraestructura del Proyecto, por su naturaleza, tendrá que ocupar y modificar toda la escasa superficie del terreno prevista; sin embargo, es importante recalcar que será únicamente en una zona específica y puntual, necesaria para las zonas de la ampliación del camino y/o para las rectificaciones pretendidas. Las cuales se desarrollarán sobre el derecho de vía, lo cual generará un mínimo volumen de residuos de tierra y material geológico de los horizontes alterados y superficiales del suelo mencionados anteriormente.
- Biota:** Es importante señalar que serán 5.88 ha de las que se tendrá necesidad de solicitar autorización en cambio de uso de suelo y vegetación, solo tendrá como inmediato la eliminación de los individuos arbóreos presentes característicos de Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Mediana Subcaducifolia

y Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia, así como de cercos vivos y ornamentales, debido a ello, se propiciara un efecto secundario, que será la migración temporal de organismos de la fauna, como reptiles, mamíferos y aves, cabe destacar que solo se encontró la evidencia de especies de aves que volaban y perchaban por áreas cercanas al trazo del proyecto 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 de esta especie durante esta etapa del proyecto. La mayor afectación corresponderá al impacto generado por la eliminación de los elementos florísticos presentes en el trazo 518 elementos vegetales, estos 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 del sitio del proyecto programado que es el mejoramiento de un camino existente de terracería, por lo que ni se afectará ni aprovechará la vegetación natural del mismo.

- **Calidad del aire:** Las actividades antes descritas presentan un constante movimiento de materiales y maquinaria, que emitirán a la atmósfera partículas fugitivas que alterarán de manera temporal la calidad del aire, que actualmente para la zona del camino existente de terracería y de las zonas rurales se evaluó como **mala**, 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 los vehículos automotores que circulan en la vialidad colindante al predio aunado al humo generado por las localidades que tienen como principal combustible la quema de leña, un factor a destacar es que debido a que es una zona montañosa donde se ubica el presente proyecto cuenta con una buena velocidad del viento, lo que provocará que sea menor la concentración de contaminantes en una zona determinada ya que el viento diluye y dispersa rápidamente los contaminantes en el área circundante. 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 cercana en la localidad de San Antonio Ocotlán y estará bajo ese efecto, lo cual se considera un impacto de magnitud e importancia media, pero 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 provista de un uso de suelo con una moderada actividad antropogénica, existiendo una modificación del paisaje y de sus condiciones naturales al uso actual, las modificaciones serán prácticamente imperceptibles, y restringida al área mínima del proyecto, permanente y mitigables al final de la obra. Destacando que toda la zona centro poniente del SAR con mejores condiciones paisajísticas no será afectada en ningún sentido durante ninguna etapa del proyecto.
- **Factores socioeconómicos:** La integración del proyecto, desde la preparación del sitio, incrementa la seguridad para la circulación de los vehículos, ya que 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, lo cual ayudará bastante a los oriundos de la zona, tomando en consideración que, la zona del proyecto es catalogada como una de zona marginada y de pobreza en el Estado de Oaxaca. 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 colocación de 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. Amén de que gran parte de la superficie se trata de camino de terracería existente. El impacto sobre el suelo será permanente, irreversible, local, no significativo, de baja magnitud y compensable.
- **Bióticos:** Para este momento la reducida fauna, que como se puntualizó con anterioridad pertenecen a aves, se habrá retirado de la zona y habrá un efecto benéfico sobre los atributos ambientales principalmente sobre el estrato vegetal, ya que el área verde natural que se tiene adyacente en la zona actualmente corresponde Vegetación secundaria de Selva Mediana y Baja Subcaducifolia, así como de cercos vivos y gramíneas de Pastizal cultivado, por lo que 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, en donde dominan pastizales inducidos. 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 que se presentan 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. Haciendo hincapié en que el lugar del trazo del proyecto fue catalogado como de mala calidad ambiental, sin embargo, deben considerarse llevarse a cabo todas las medidas de mitigación con la finalidad de no empeorar este estado.
- **Paisaje:** El paisaje en esta fase del proyecto será conducido paulatinamente hacia su diseño previo y obviamente a su concepción final, produciendo un efecto permanente, irreversible sobre los atributos naturales de la zona del sitio, ocasionará un efecto visual de baja 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 con respecto a las condiciones naturales del proyecto, que se adaptarán al 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 localidades de San Antonio Ocotlán y San Pedro Amuzgos, que a su vez permitirán un mejor desplazamiento hacia San Juan Cacahuatepec, que se asocia a un tráfico intenso de vehículos particulares privados, de pasajeros y de carga, así como la autopista ubicada al sur del proyecto. 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 del camino existente de terracería hacia una carretera pavimentada, favorecerá la seguridad del tránsito de los vehículos; De esta forma el impacto es positivo, permanente, regional, irreversible y con efectos sinérgicos, de carácter benéfico.
- **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. Sin embargo, se recomienda desazolver con frecuencia las obras de drenaje, con la finalidad de evitar encharcamientos, inundaciones y posibles desgajes del camino y/o del lomerío, es decir no interrumpir el cauce natural de este tipo de corrientes de agua. Huelga señalar que, de acuerdo con el Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas (SIATL), el trazo del proyecto atraviesa por 4 corrientes de agua de carácter intermitente, destacando el cauce conocido como El Trapiche.
- **Aire:** Este atributo se altera, aunque de manera no significativa, toda vez que una vez que se encuentre en funcionamiento la carretera pavimentada, las emisiones serán locales y mitigables. Amen, de que la carretera de terracería ya existe. Razón que permite colegir que, las partículas de polvo suspendidas disminuirán considerablemente por el tránsito de vehículos automotores, toda vez que ya no existirá la terracería. En el entendido de que, las emisiones de polvo producidos en caminos no pavimentados inician con la pulverización del material superficial de suelo causado por la fuerza de las ruedas de los vehículos, al levantar y exponer el polvo a corrientes fuertes de aire detrás de las ruedas.
- **Socioeconómicos:** Se generarán empleos permanentes y desencadenará una mejora económica para el trabajador, Municipio, Estado y Federación. Amén de que la infraestructura y los servicios de comunicaciones y transportes son elementos esenciales para integrar una política de Estado que impulse el crecimiento económico y eleve la justicia social, la cual está muy olvidada en este municipio. Además, se tiene el efecto sinérgico de promover mayores posibilidades de alcanzar una mayor seguridad para el tránsito vehicular y la disminución de accidentes en esta zona, reconocida como de alta peligrosidad por las curvas existentes. 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 como las aves que fue la única clase de individuos que se encontraron en el sitio del proyecto, estos, se desplazaron al inicio de la preparación del sitio, por lo que 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 del Uso de Suelo y Vegetación secundaria de Selva Mediana y Baja Subcaducifolia, así como de Pastizal cultivado, 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 seguridad y la reducción de accidentes vehiculares, así como el alargamiento de su vida útil, refrendando la pertinencia y factibilidad de seguridad, ambiental, social y económica de este tipo de 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 la reclamación o rehabilitación de este. Es un impacto permanente y benéfico, de magnitud moderada, pero de alta importancia ambiental y social.

**Tabla V. 14.** 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.
			Suelo	Estructura
		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 Subterránea	Recarga hidrológica	Modificación en la recarga hidrológica, al reducir la impermeabilidad
			Calidad	Cambios en las características biológicas, físicas y químicas del agua.
		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 debido a la demanda de insumos por el proyecto.
		Infraestructura	Equipamiento	Cambios en la estructura de componentes de importancia social que contribuyen al adecuado funcionamiento de la sociedad.

Fuente: SECIRA, 2021.

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. 15.** 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 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.



MEDIO	COMPONENTE	INDICADOR AMBIENTAL	REGULADOR DE INDICADOR
			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 SAR 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.
	Hidrología Subterránea	Disponibilidad y uso del agua	Dado que no existe normatividad aplicable que regule la Disponibilidad y uso de agua subterránea, 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.
		Recarga del acuífero	Condiciones particulares de descarga de acuerdo con lo que emita la CONAGUA.
		Calidad del agua	NOM-001-SEMARNAT-1996. Límites Máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.
	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
Especies con estatus de protección			
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	

MEDIO	COMPONENTE	INDICADOR AMBIENTAL	REGULADOR DE INDICADOR
		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, 2021.

### 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 una de estas interacciones constituye la primera hipótesis de las posibilidades de impacto ambiental:

**Tabla V. 16.** Posibles Interacciones entre las Actividades y Atributos Ambientales del proyecto.

TOTAL, DE ACTIVIDADES DEL PROYECTO.	TOTAL, DE ATRIBUTOS AMBIENTALES.	TOTAL, DE INTERACCIONES.
29 actividades.	43 Elementos.	1,247

Fuente: SECIRA, 2021.

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. 17.** Categorías de los impactos identificados en la matriz de ponderación.

IMPACTO BAJO	IMPACTO MEDIO	IMPACTO ALTO
5-10	11-16	17-22

Fuente: SECIRA, 2021.

### IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS.

De esta forma se tiene 29 actividades, 43 factores ambientales, lo que ofrece un total de 1,247 interacciones potenciales, de las cuales solo aplican 385 interacciones identificadas para el proyecto, que significa el 30.87% de Impactabilidad. La siguiente tabla resume estos valores, así como la distribución de los impactos por cada etapa del proyecto y su expresión gráfica:

**Tabla V. 18.** Interacciones identificadas.

Actividades	29
Factores	47
Interacciones potenciales	1,247
Interacciones detectadas	385
Impactabilidad del proyecto	30.87%

Fuente: SECIRA, 2021.

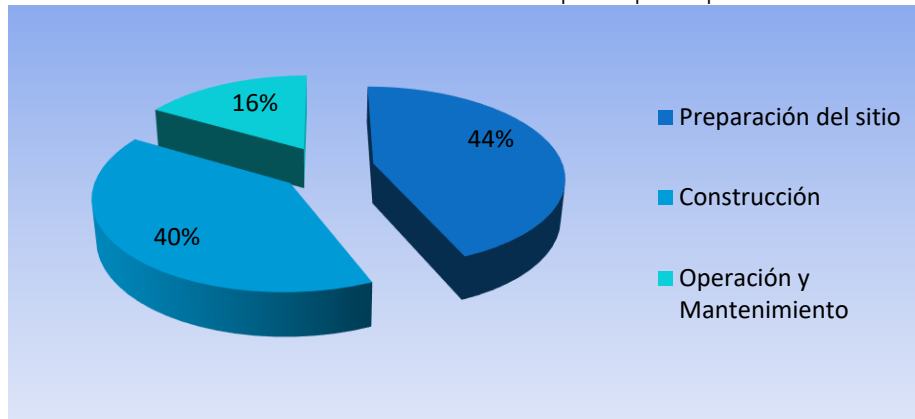
**Tabla V. 19.** Interacciones identificadas y Porcentaje.

	PREPARACIÓN	CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
Impactos detectados	168	153	64
Porcentaje de impactos	43.64%	39.74%	16.62%

Fuente: SECIRA, 2021.

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.



Fuente: SECIRA, 2021.

Tabla V. 20. Matriz ponderada de impactos ambientales.

MEDIO	FACTOR AMBIENTAL	ATRIBUTOS	PREPARACIÓN DEL SITIO										CONSTRUCCIÓN										OPERACIÓN		MANTENIMIENTO										
			Trazo y delimitación DDV	Indemnización a propietarios	Desmonte de la vegetación	Despalme del suelo	Cortes	Nivelación y rellenos	Excavación	Compacción	Manejo y disposición de residuos de obra	Instalación de infraestructura de apoyo	Preparación del cruce de caminos y vialidades	TOTAL	Obras de drenaje y subdrenaje	Construcción de los Terraplenes	Estabilidad de taludes	Acarreo de material	Plantas de asfalto, concreto y trituraciones	Talleres y patios de servicio	Colocación de carpeta asfáltica	Obras complementarias	Manejo y disposición de residuos	Señalamiento	Servicios adicionales al usuario	Áreas verdes	Desmantelamiento infraestructura de apoyo	TOTAL	Tránsito Vehicular	TOTAL	Bacheo, pintura y señalización	Limpieza de vegetación ruderal y residuos	Sistema de Prevención de Accidentes	Áreas verdes	TOTAL
Físicos	Clima	Velocidad del viento			1	1	1												1								1						1		
		Insolación			1	1														1							1	1	1					1	
		Denudación			1	1	1	1	1																	1	1	1							
	Geomorfología	Movimientos de materiales			1	1	1	1	1																										
		Relieve						1	1	1																									
		Material (tipo de roca)						1	1	1	1																								
	Geología	Afloramientos rocosos						1	1	1	1																								
		Inestabilidad						1	1																										
		Unidad de suelo (tipo)						1	1	1			1	1	1	1											1								
	Suelo	Erodabilidad						1	1	1	1																1	1							
		Profundidad						1	1	1	1																1	1							
		Pedregosidad						1	1	1	1																								
		Composición gaseosa						1	1	1	1	1														1									
		Aero partículas minerales						1	1	1	1	1	1																						
	Hidrología Subterránea	Acústica						1	1	1	1	1	1	1																					
		Composición del acuífero																																	
		Recarga hidrológica																					1												
		Dinámica hidrológica						1	1	1	1	1																							
		Calidad del agua						1	1		1	1											1	1											
Avenidas							1	1	1	1	1																								
Diversidad							1		1																1										
Hidrología Superficial	Abundancia						1																												
	Diversidad						1																												
	Abundancia						1		1																										
	Sucesión ecológica						1	1	1	1	1																								
	Comunidades vegetales						1	1																											
	Composición						1	1	1	1	1																								
	Sensibilidad						1	1	1																										
Paisaje	Calidad visual						1	1	1	1	1																								
	Fragilidad						1	1	1	1	1																								
	Status ecológico						1	1	1	1	1																								
Socioeconómico	Uso del suelo	Tenencia de la tierra	1	1																															
		Uso potencial	1	1																															
		Uso actual	1	1																															
	Elementos Urbanos	Vialidad y transporte																																	
		Asentamientos humanos																																	
		Migración interregional																																	
	Salud y Seguridad social	Seguridad en el trabajo																																	
		Calidad de vida																																	
	Económicos	Generación de empleo	1																																
		Medios de comunicación	1																																
		Consumo de bienes y servicios																																	
		Actividades Antropogénicas	1	1																															
<b>SUMATORIA</b>			6	5	19	29	27	25	23	8	10	6	10	168	15	22	10	8	11	9	20	5	8	9	8	20	8	153	13	13	7	10	11	23	51

Fuente: SECIRA, 2021.

Con respecto con el análisis y la evaluación del nivel de fragmentación para la presente modernización de la carretera, 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 1,736.78 hectáreas, de las cuales de acuerdo con la carta del INEGI Serie VI, la vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia presenta la mayor representación en el Sistema con un total de 918.04 hectáreas que representan un poco más de la mitad de la superficie total del SAR, específicamente el 52.86%, en segundo sitio de importancia se encuentra la vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia con 498.94 hectáreas que equivalen 28.73% del SAR, finalmente, el 18.41% restante lo ocupa el Pastizal cultivado con 319.80 hectáreas. Estos datos se pueden apreciar en la siguiente tabla y en la subsecuente imagen:

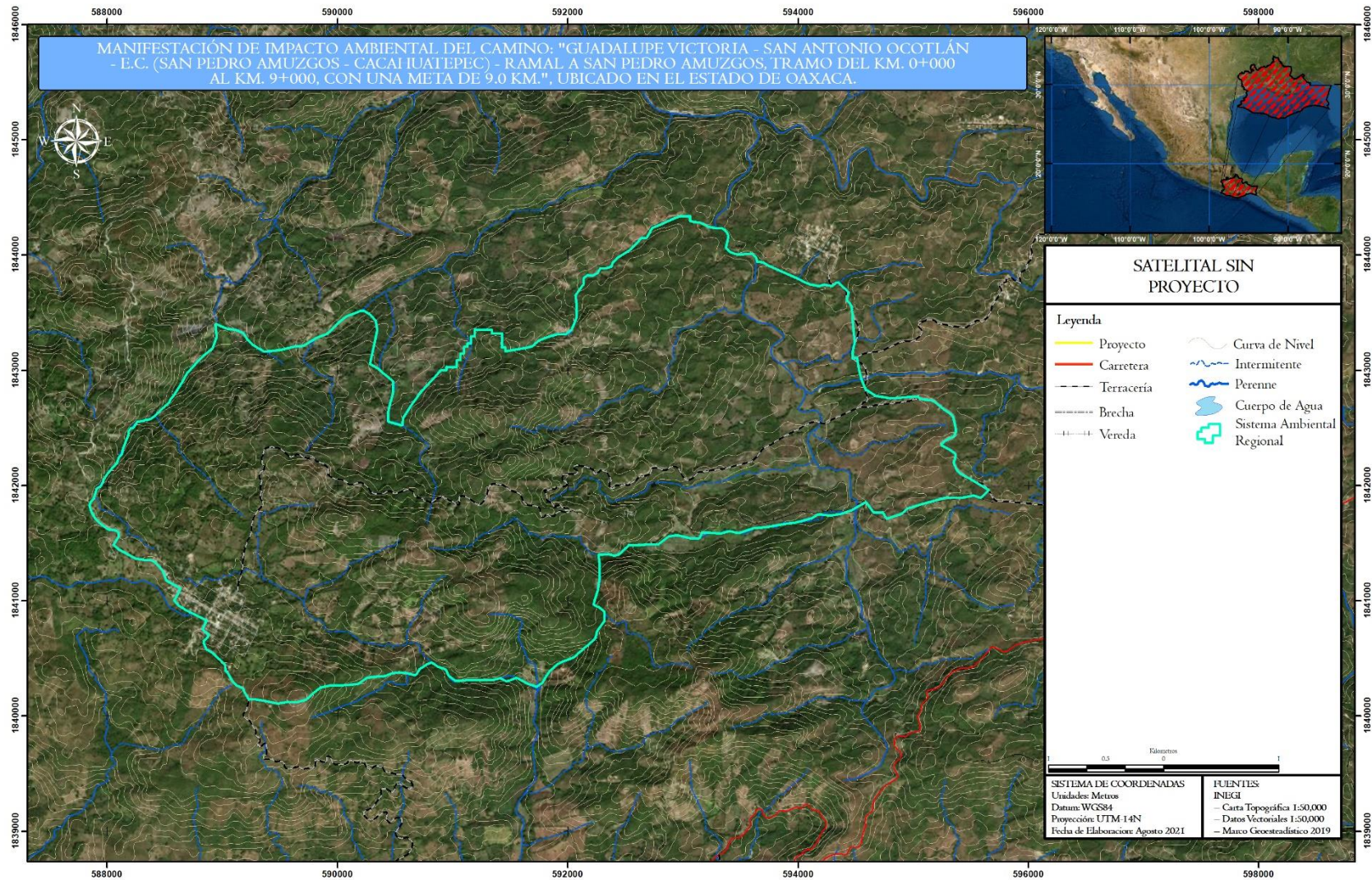
**Tabla V. 21.** Uso de Suelo y Vegetación Presentes en el Sistema Ambiental Regional (INEGI, 2015).

CLAVE	USO DE SUELO Y/O VEGETACIÓN	ÁREA (HECTÁREAS)	PORCENTAJE (%)
PC	Pastizal cultivado	319.80	18.41%
VSa/SBC	Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia	498.94	28.73%
VSa/SMS	Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia	918.04	52.86%
<b>TOTAL</b>		<b>1736.78</b>	

Fuente: SECIRA, 2021.

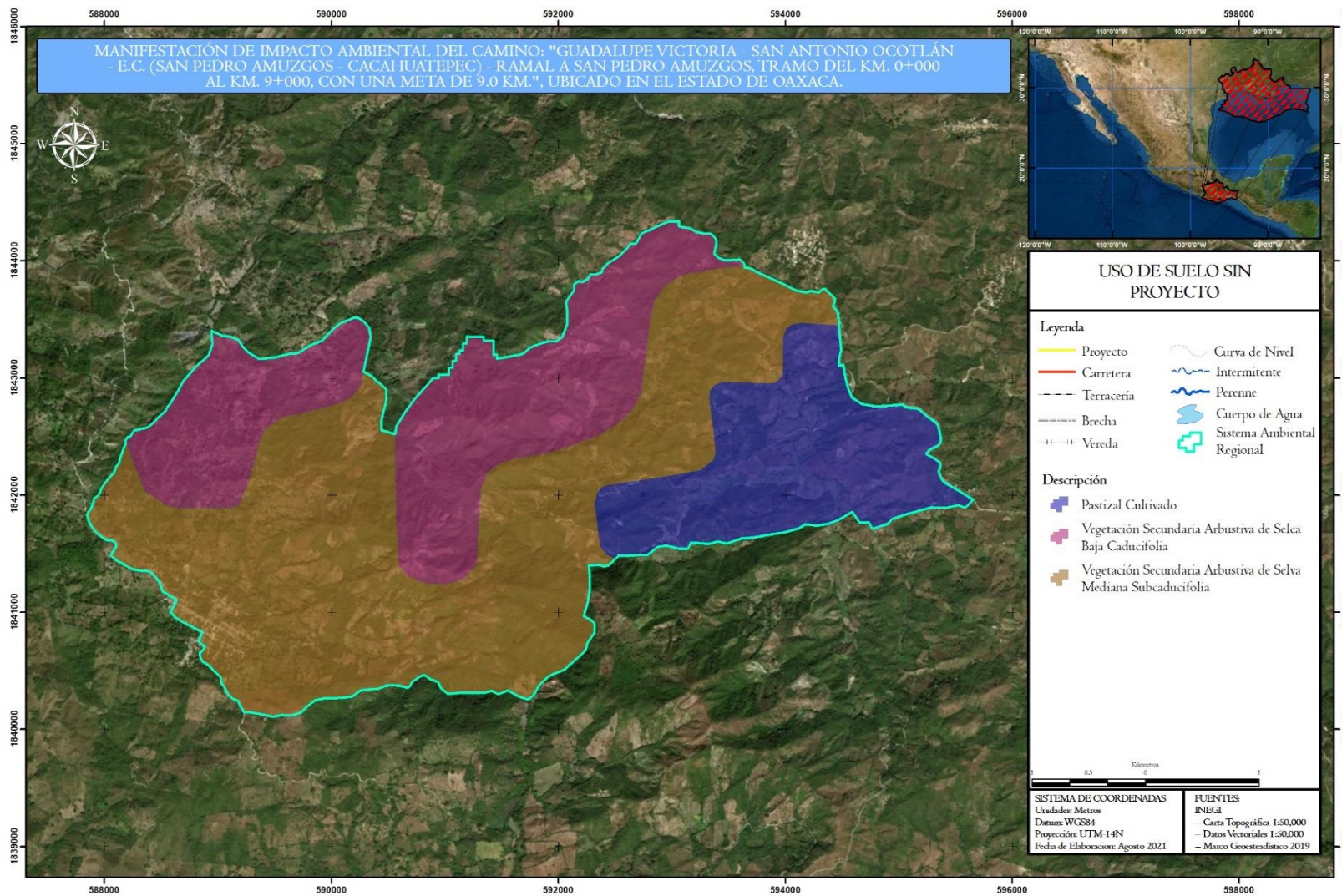
Para el presente análisis de fragmentación se tomará en cuenta la superficie del Sistema Ambiental Regional que ocupan los fragmentos de la vegetación de selva, ya sea mediana perennifolia y/o baja caducifolia, ambas en estado secundario arbustivo como parte del paisaje, es decir se trata de los fragmentos 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 existentes, como son brechas, veredas y carreteras de terracería que sirven de conexión entre las localidades de alrededores, mismas que incrementan la fragmentación del paisaje. Aunque también existe fragmentación natural por corrientes intermitentes y perennes, sin embargo, éstas son despreciables, ya que no impiden el movimiento de las especies animales en el SAR. El Sistema Ambiental presenta una primera gran partición del hábitat prevaleciente causada por el cambio de uso de suelo hacia el pastizal inducido, modificando completamente la parte oriente. 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.



Fuente: SECIRA, 2021.

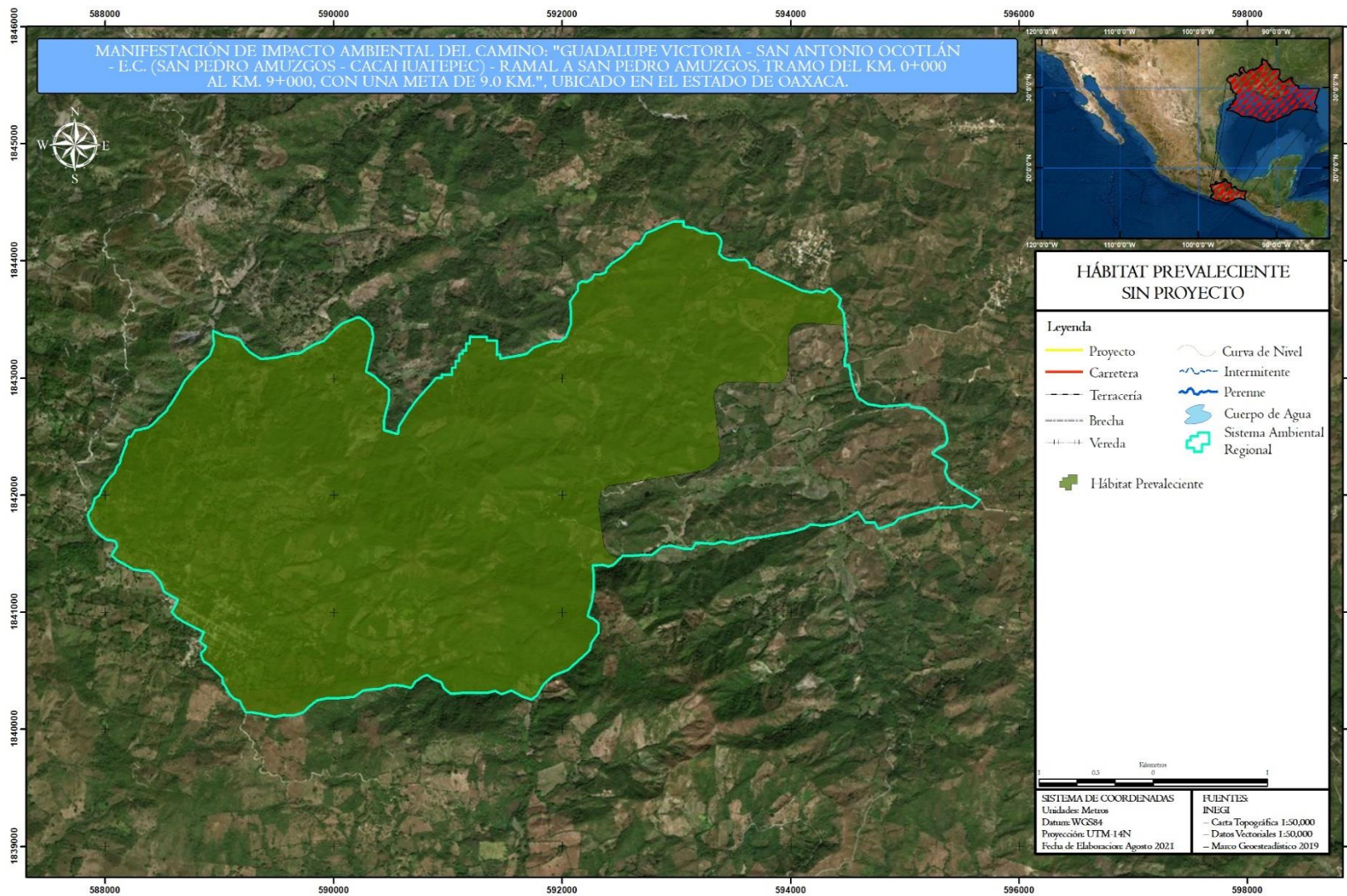
Imagen V. 2. Paisaje existente con usos de suelo y vegetación antes del ingreso del proyecto.



Fuente: SECIRA, 2021.



Imagen V. 3. Paisaje por tomar en cuenta para el análisis de fragmentación.



Fuente: SECIRA, 2021.

Una vez ingresados los elementos que fragmentan el paisaje dentro del Sistema Ambiental Regional, se obtienen un total de 6 fragmentos (referirse a la siguiente imagen). Para el presente análisis se escogieron las infraestructuras lineales (brechas, veredas y carreteras de terracería, junto con el pastizal y la localidad de San Antonio Ocotlán), en cuanto a los elementos de origen antropogénico que han fragmentado el paisaje en el transcurso del tiempo. Estos tipos de vegetación complementan el paisaje en el que se pueden encontrar dos animales de la misma especie, esto a sabiendas de que esto es prerrequisito para la persistencia de las poblaciones animales.

Fotografía V. 1. Fotografías aéreas del proyecto.

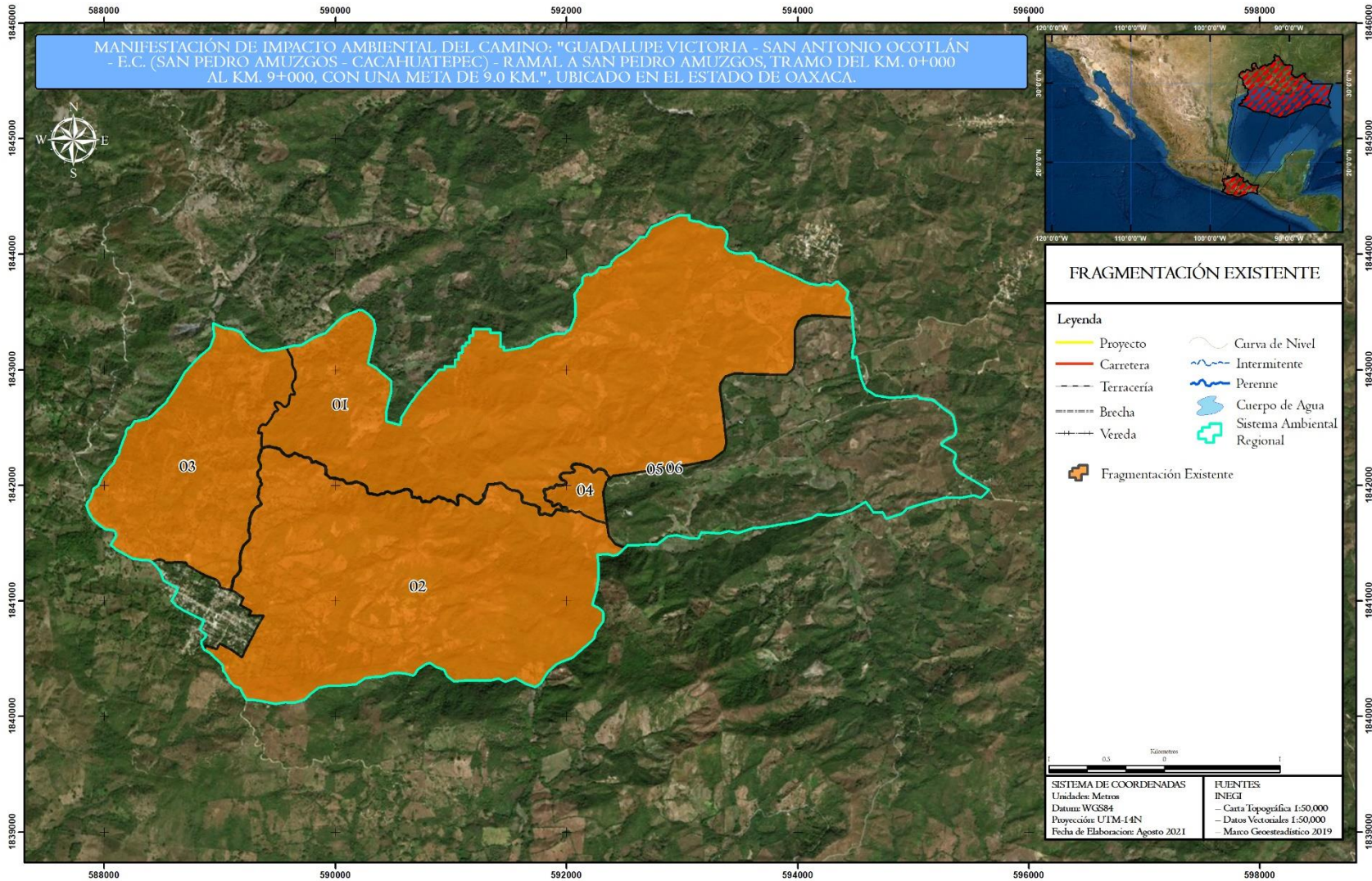




En las fotografías aéreas anteriores capturadas mediante vehículo aéreo no tripulado (dron) durante la visita de campo, evidencian los elementos antropogénicos que fragmentan el hábitat prevaleciente de selva, es decir los caminos de tipo brecha y vereda, amén de las carreteras de terracería que disminuyen la cantidad y calidad de hábitat; aumentan la mortalidad debido a colisiones con otros vehículos; impiden el acceso a los recursos en el otro lado de la carretera; y subdividen las poblaciones animales en fracciones más pequeñas y más vulnerables. En el Sistema Ambiental el Pastizal inducido es el principal causante de la fragmentación del hábitat, seguido de las carreteras de terracería, entre ellas el presente camino.

Fuente: SECIRA, 2021.

Imagen V. 4. Fragmentación existente en el Sistema Ambiental Regional antes del proyecto.



Fuente: SECIRA, 2021.

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 37.05%, es decir que la probabilidad de que dos animales de la misma especie colocados en áreas diferentes en algún lugar de la selva 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 62.95%. 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 = 627.213 hectáreas) con el 20.68%, mientras que el fragmento con menor probabilidad es el fragmento 06, que presentan probabilidades muy cercanas a cero, en otras palabras, la conectividad en este fragmento es muy baja. En cuanto al tamaño efectivo de la malla es igual a 511.02 hectáreas, lo cual nos sugiere que se presenta una probabilidad baja de que dos puntos escogidos al azar en la zona estén conectados, sin estar separados por barreras tales como caminos de tipo brecha y/o vereda y/o carreteras de terracería. Toda vez que el índice de división S (SPLI) nos arrojó lo siguiente el siguiente resultado: 2.70, lo cual es igual a decir que se deben obtener 2.70 fragmentos si se divide el área total del paisaje entre el tamaño efectivo de la malla (1,379.31 has/511.02 has). En tanto que el número de "mallas" per unidad de área está dado por la densidad de división de la malla: 0.0020/ha o lo que es más conveniente 2.0 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 704,52.75 ha<sup>2</sup>. Todo esto se puede verificar en las siguientes tablas:

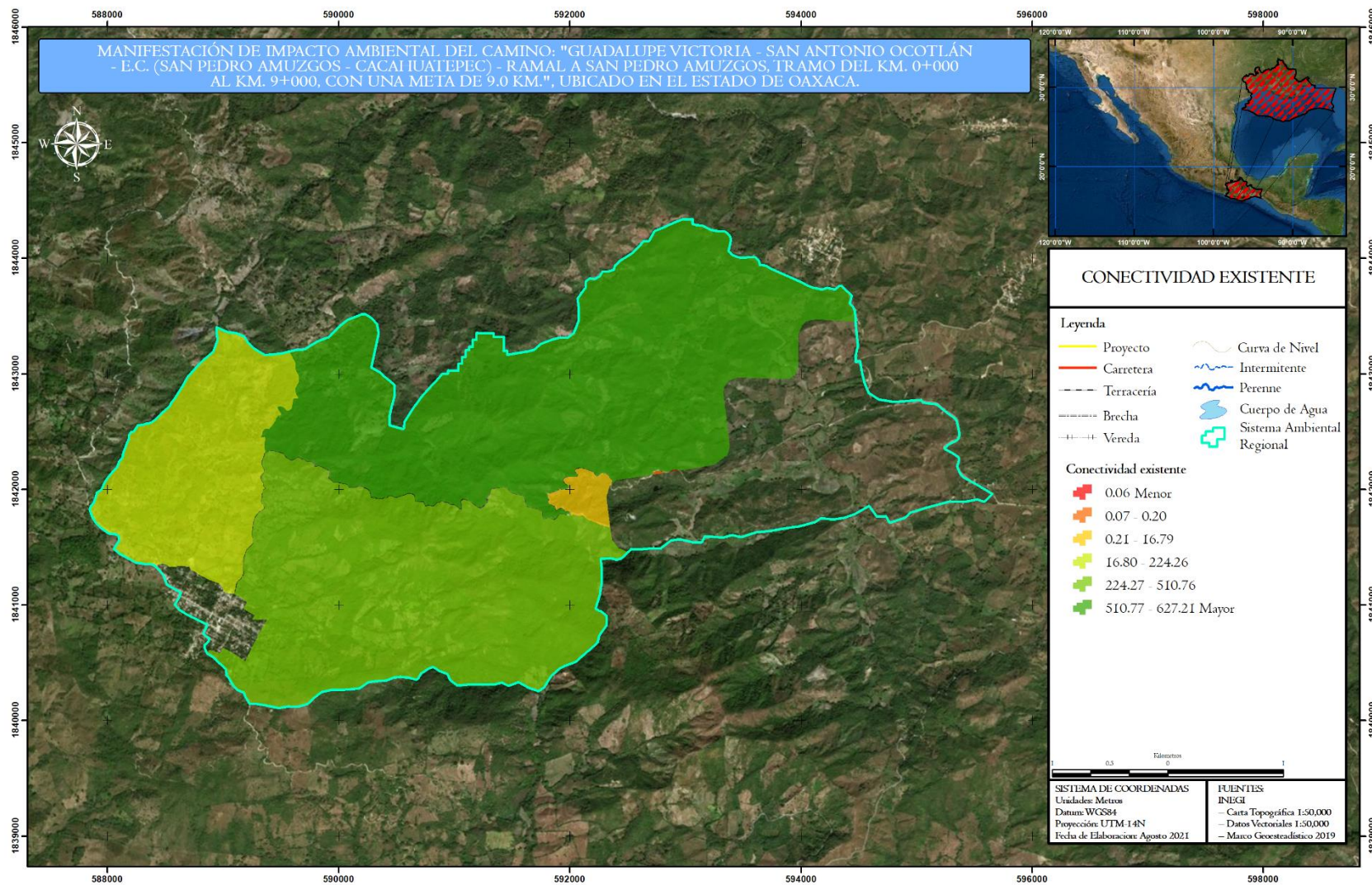
**Tabla V. 22.** Cálculo de las medidas de fragmentación del paisaje agropecuario antes del proyecto.

FRAGMENTACIÓN EXISTENTE DENTRO DEL HÁBITAT PREVALECIENTE DE SELVA											
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	627.213	1,379.31	0.206780286	37.05%	62.95%	393,395.84	1,902,482.32	2.70	511.02	0.0020	704,852.75
02	510.766		0.137126988			260,881.67					
03	224.261		0.026435489			50,293.05					
04	16.797		0.000148303			282.14					
05	0.206		2.23149E-08			0.042					
06	0.062		2.03299E-09			0.0039					

Fuente: SECIRA, 2021.

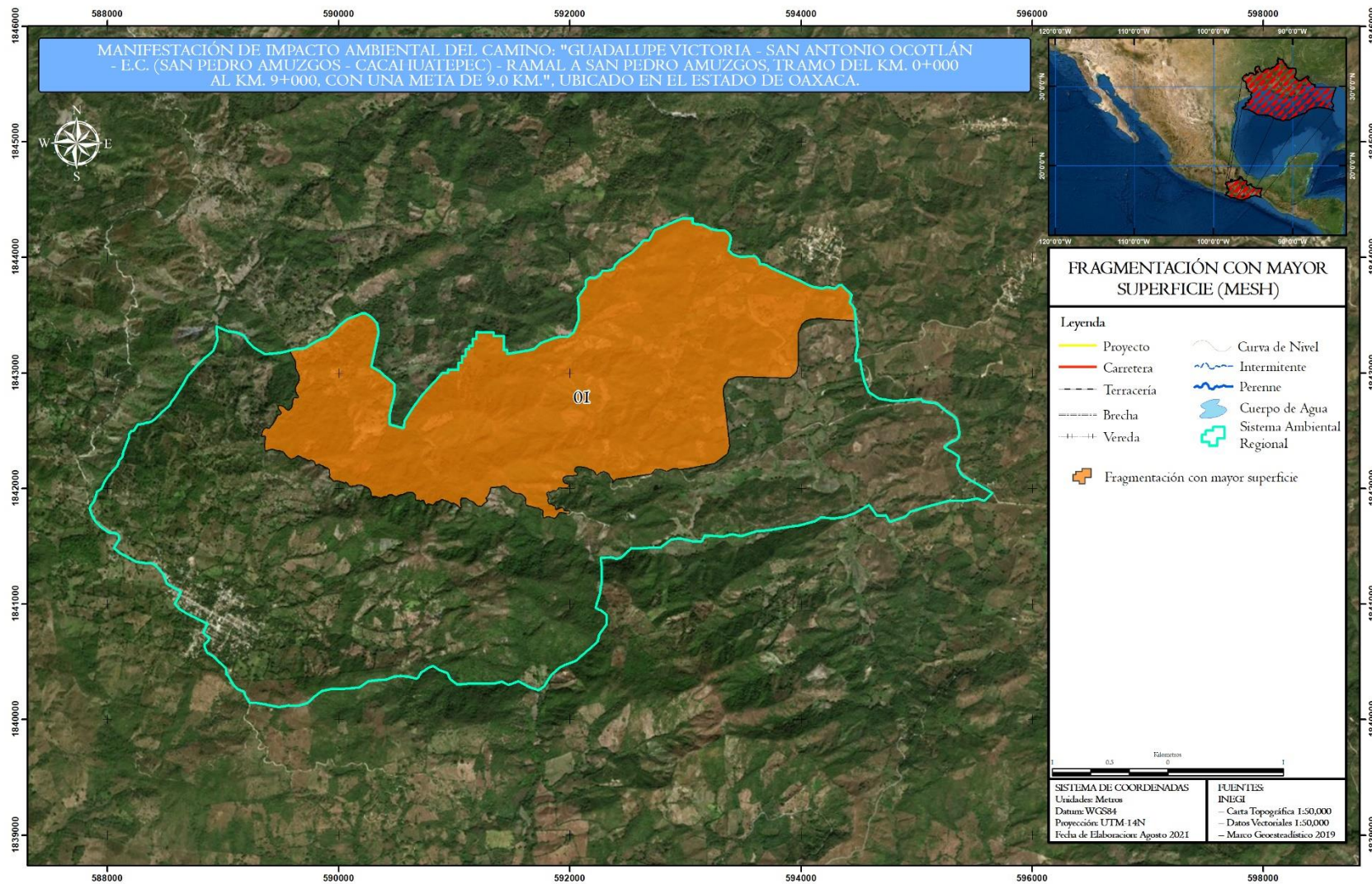
En la siguiente imagen se puede observar el nivel de conectividad que existe actualmente en el hábitat prevaleciente, donde el color rojo indica la menor conectividad y el color verde fuerte la mayor conectividad, la cual se presenta al sur del Sistema Ambiental. En la siguiente imagen se muestra el fragmento 01 que presenta la mayor superficie (627.213 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, es decir el 20.68%(fragmento 01), este mosaico se localiza en la parte noreste del Sistema Ambiental:

Imagen V. 5. Conectividad existente en el Sistema Ambiental Regional antes del proyecto.



Fuente: SECIRA, 2021.

Imagen V. 6. Fragmento con el mayor valor de tamaño efectivo de la malla (*mesh*) antes de ingresar el proyecto.



Fuente: SECIRA, 2021.



---

La siguiente figura muestra el trazo del proyecto una vez ingresado dentro del Sistema Ambiental Regional, recordemos que se trata únicamente de la modernización del camino existente de tipo terracería, es decir actualmente el trazo corresponde con una carretera de terracería. El proyecto correrá del km 0+000 al km 9+000 del camino: "Guadalupe Victoria - San Antonio Ocotlán - E.C. (San Pedro Amuzgos - Cacahuatpec) - ramal a San Pedro Amuzgos.

Imagen V. 7. Paisaje existente sin usos de suelo y vegetación una vez ingresado el trazo del proyecto.

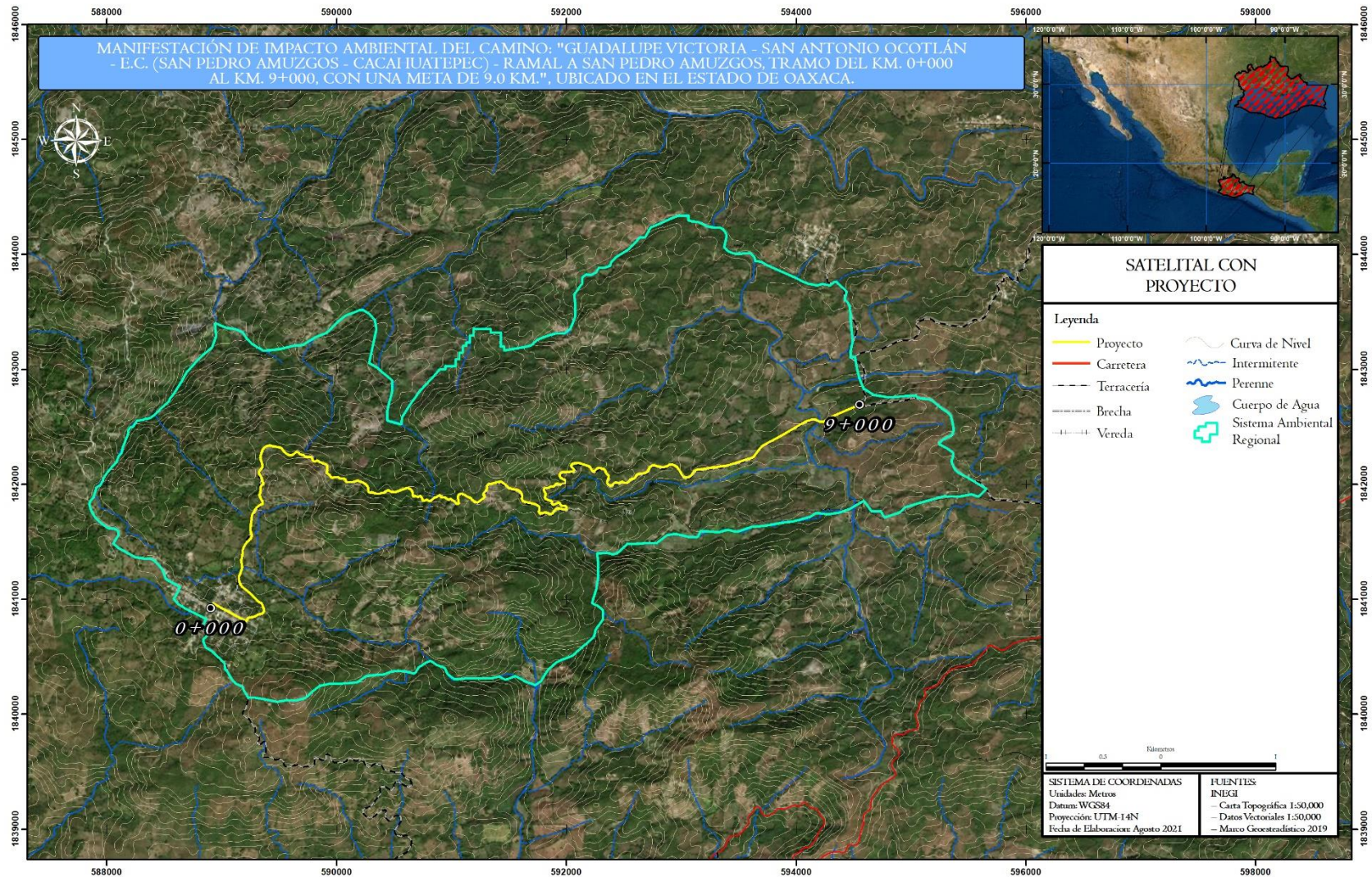


Imagen V. 8. Paisaje existente con usos de suelo y vegetación una vez ingresado el trazo del proyecto

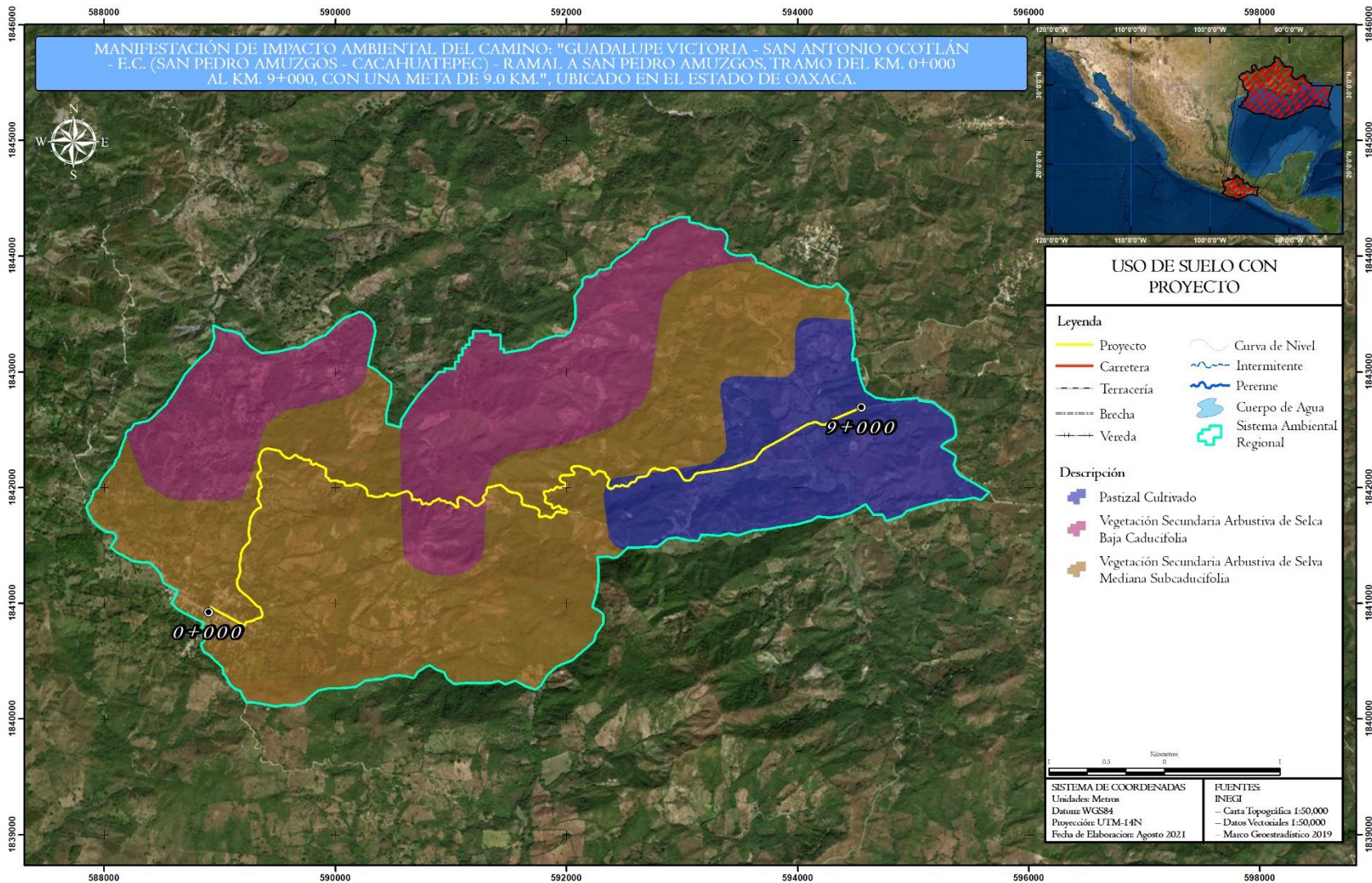
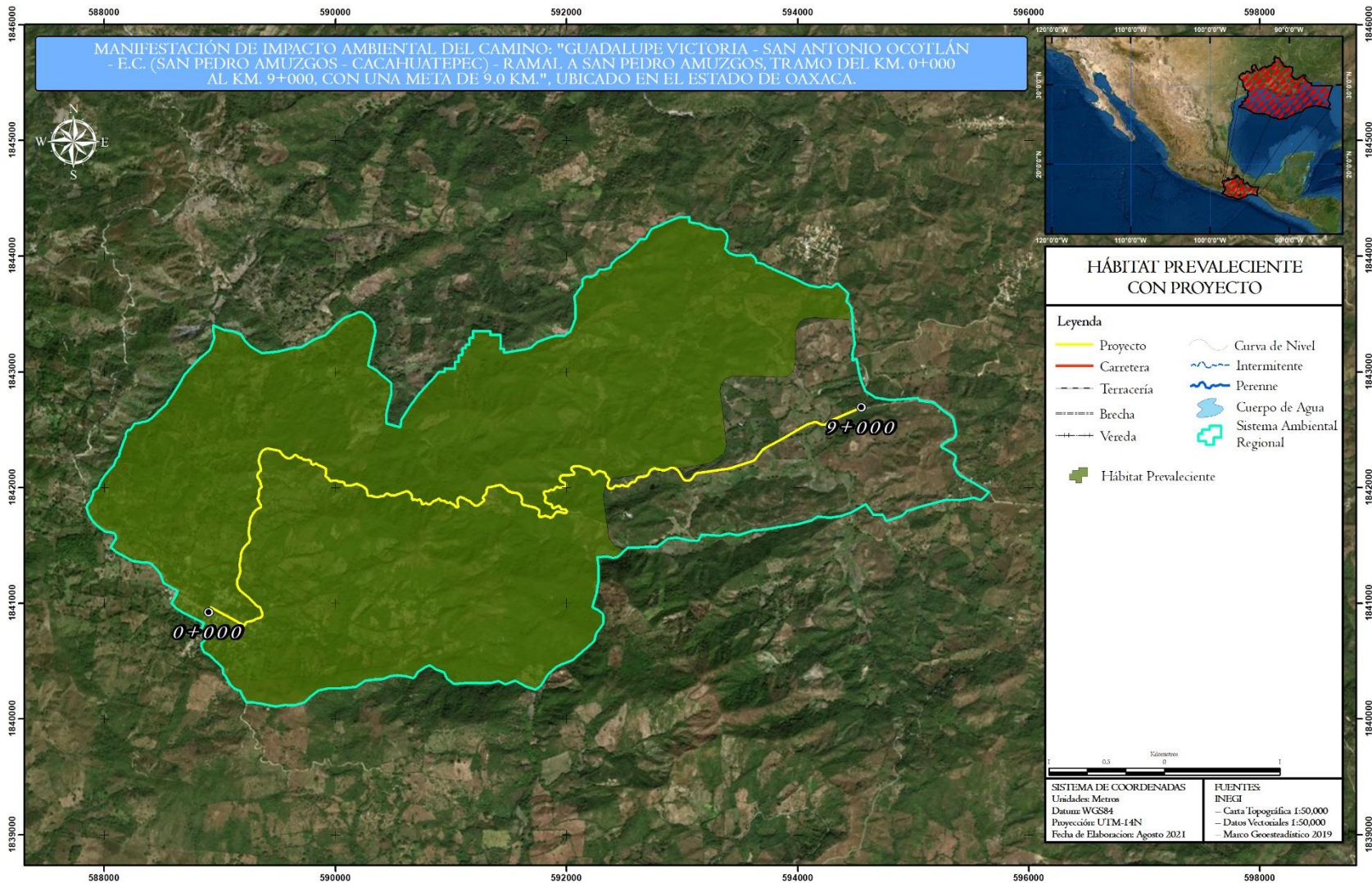


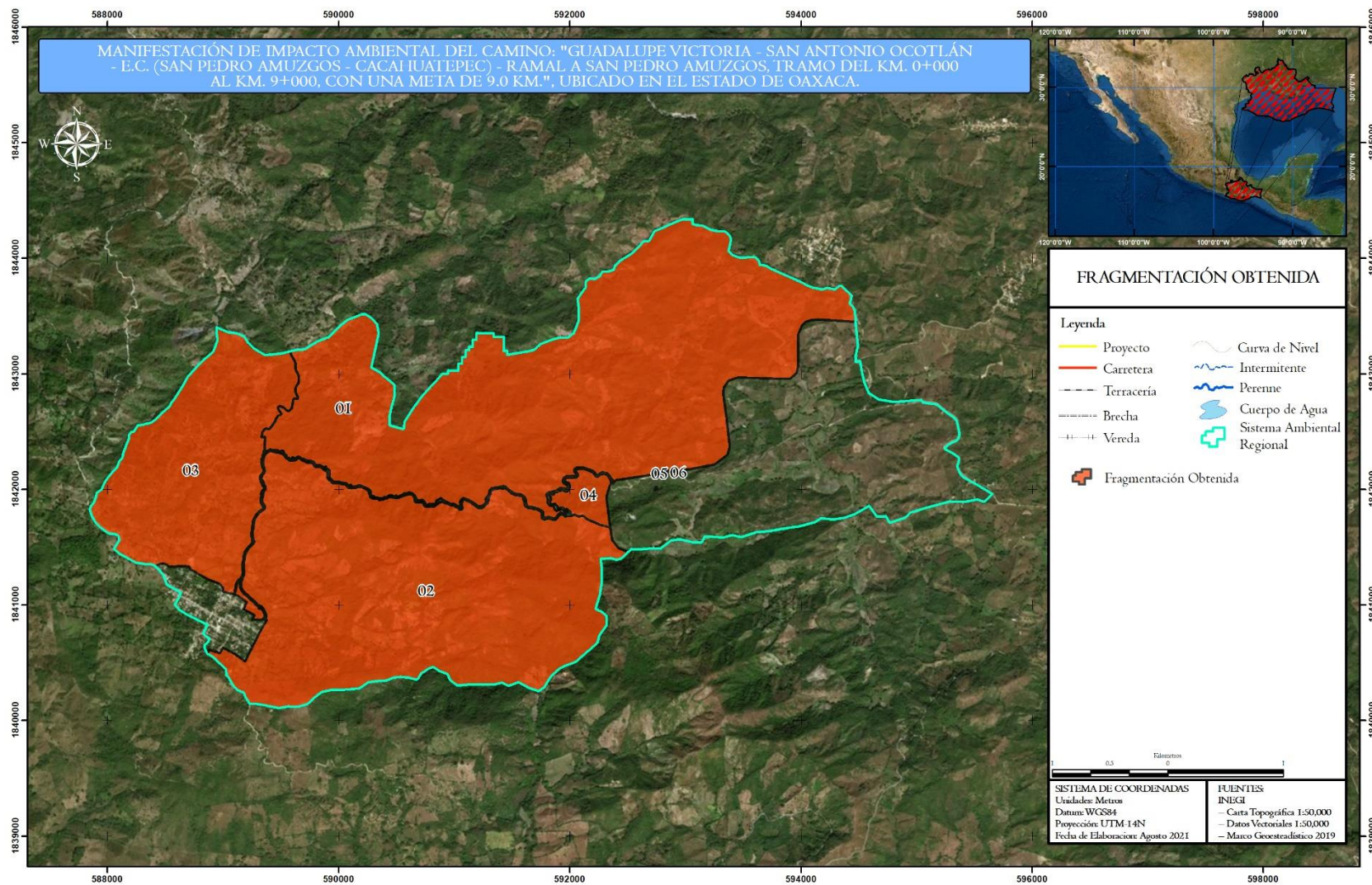
Imagen V. 9. Paisaje por tomar en consideración para el análisis de fragmentación.



Una vez ingresado el proyecto se tiene un grado de coherencia de 36.78%, es decir que la probabilidad de que dos animales de la misma especie colocados en áreas diferentes en algún lugar del hábitat 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 63.22%. 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 = 625.32 hectáreas) con el 20.55%, mientras que el fragmento con menor probabilidad es el fragmento 06, que presentan probabilidades muy cercanas a cero, en otras palabras, la conectividad en estos dos fragmentos es muy baja. En cuanto al tamaño efectivo de la malla es igual a 509.41 hectáreas, lo cual nos sugiere que se presenta una probabilidad baja de que dos puntos escogidos al azar en la zona estén conectados, sin estar separados por barreras tales como cualquier infraestructura lineal de tipo camino y/o carretera de terracería, amén del pastizal cultivado.

Toda vez que el índice de división S (SPLI) nos arrojó lo siguiente el siguiente resultado: 2.70, lo cual es igual a decir que se deben obtener 2.70 fragmentos si se divide el área total del paisaje entre el tamaño efectivo de la malla (1,373.66 has/509.41 has). En tanto que el número de "mallas" per unidad de área está dado por la densidad de división de la malla: 0.0020/ha o lo que es más conveniente 2.0 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 699,757.83 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, 2021.

**Tabla V. 23.** Cálculo de las medidas de fragmentación del paisaje una vez ingresado el trazo del proyecto.

FRAGMENTACIÓN OBTENIDA UNA VEZ INGRESADO EL TRAZO DENTRO DEL HÁBITAT PREVALECIENTE DE SELVA											
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	625.32	1,373.66	0.205535554	36.78%	63.22%	391,027.76	1,886,951.51	2.70	509.41	0.0020	699,757.83
02	508.31		0.135809702			258,375.557					
03	223.82		0.026332591			50,097.289					
04	16.04		0.000135196			257.21					
05	0.14		1.09727E-08			0.021					
06	0.03		4.2416E-10			0.0008					

Fuente: SECIRA, 2021.

En el primer mapa se puede observar el nivel de conectividad obtenido una vez ingresado el trazo del proyecto, en el que se aprecia la misma conectividad en el hábitat prevaeciente. 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.

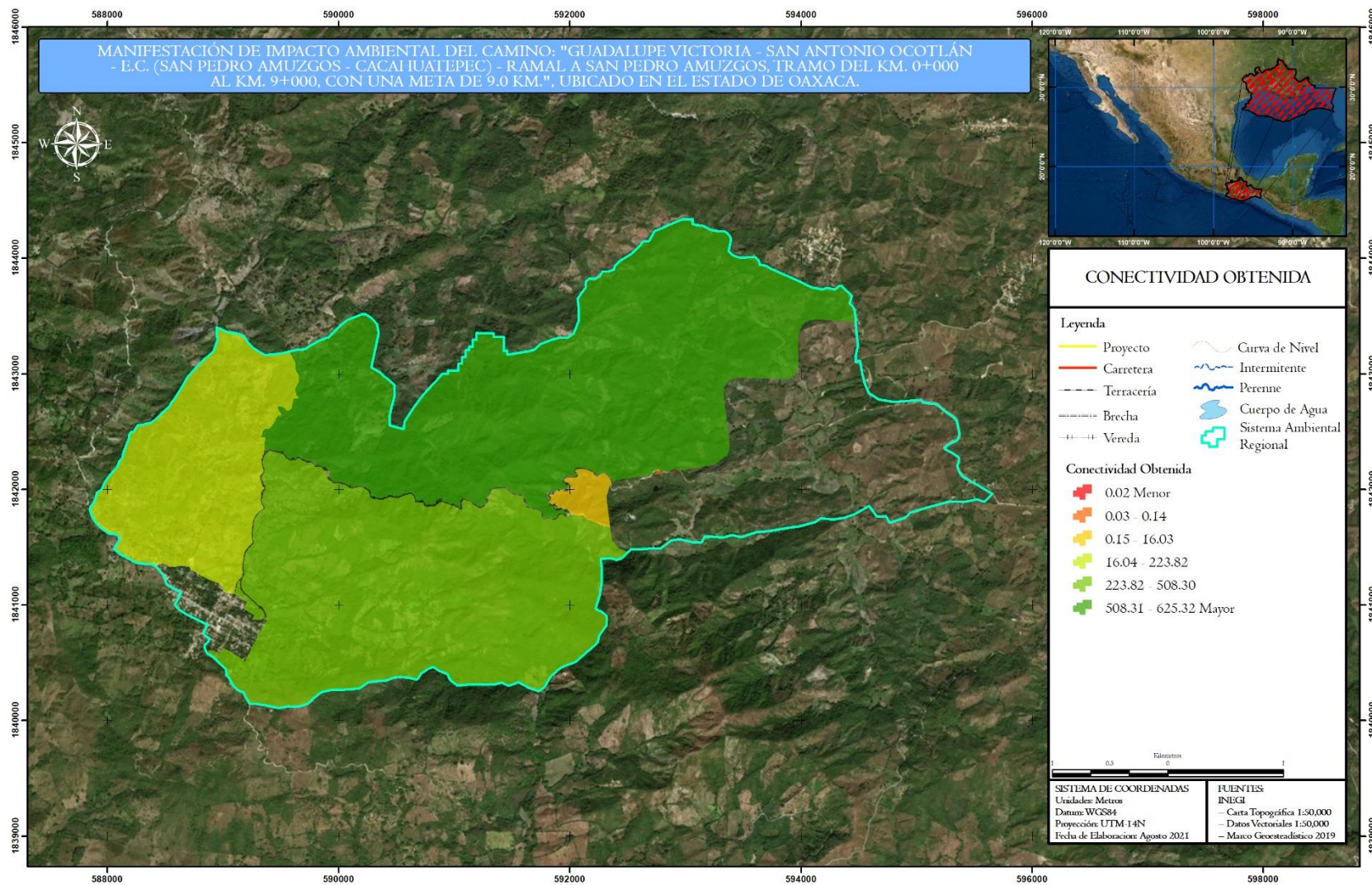
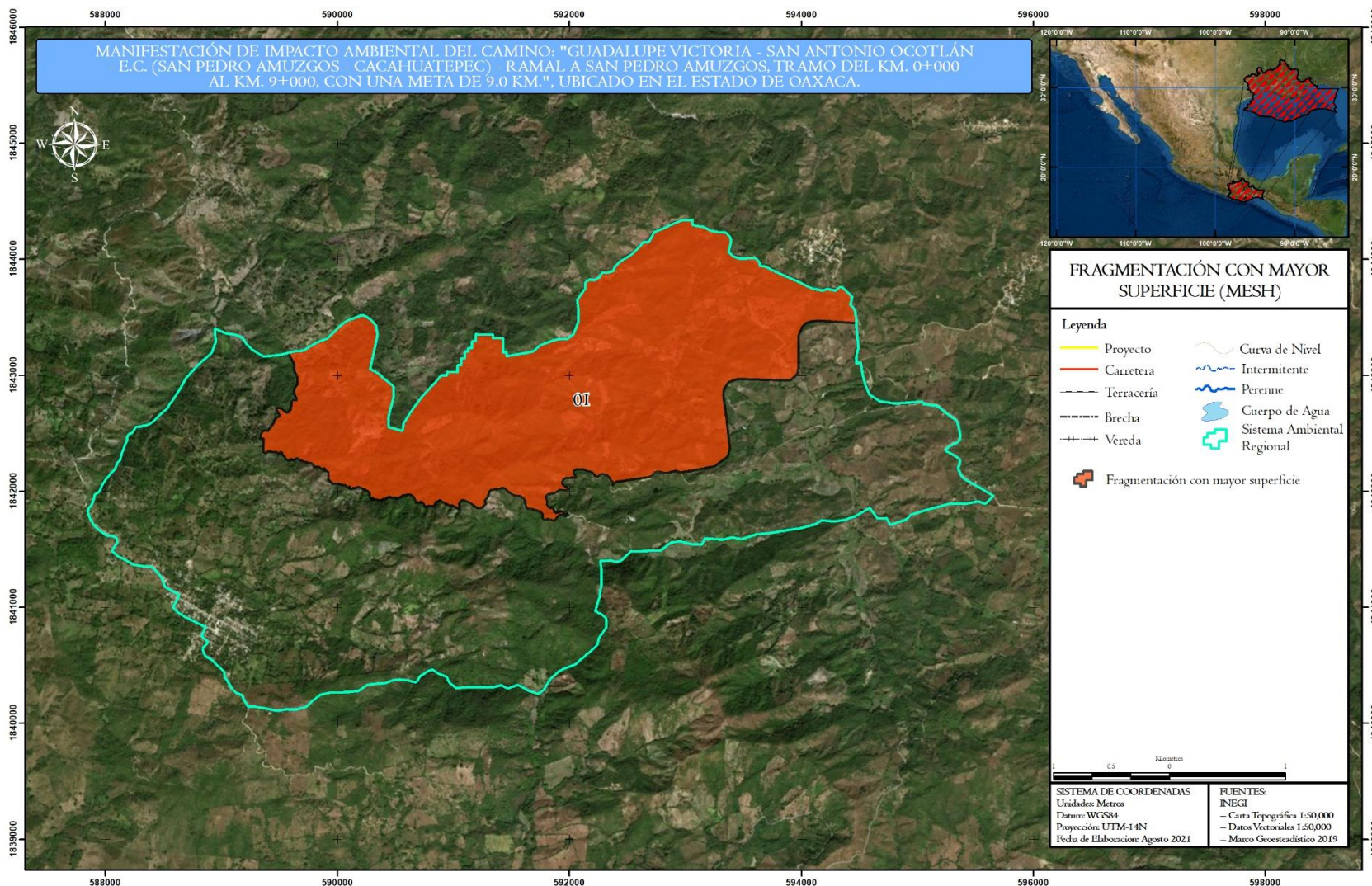




Imagen V. 12. Fragmento con mayor valor de tamaño efectivo de la malla una vez ingresado el proyecto.



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 atisbar que, el grado de coherencia permanece prácticamente constante, es decir se pasa del 37.05% al 36.78%, 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 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 considerable. En lo que respecta al grado de división del paisaje (D) aumenta 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 511.02 hectáreas a 509.41 hectáreas. Lo mismo ocurre con el resto de las medidas de fragmentación, lo cual obedece a que se trata de la modernización del camino de terracería existente, pero que no aumentarán la fragmentación existente en los fragmentos de hábitat prevalecientes.

**Tabla V. 24.** Comparación de las medidas de fragmentación antes del trazo del proyecto y una vez ingresado el mismo.

HÁBITAT PREVALECIENTE	Número de fragmentos obtenidos	Superficie (has)	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 (ha <sup>2</sup> )
Antes del ingreso del trazo del proyecto	6	1379.31	37.05%	62.95%	2.70	511.02	0.0020	704852.75
Una vez ingresado el trazo del proyecto	6	1373.66	36.78%	63.22%	2.70	509.41	0.0020	699757.83

Fuente: SECIRA, 2021.

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 de selva, esto a causa principalmente por el pastizal cultivado y en segundo lugar los caminos como brechas, veredas, los trazos carreteros existentes 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 modernización una vez ingresada a la modelación, toda vez que el trazo seccionará más el hábitat existente, sin embargo, el impacto se dará en las partes cercanas al trazo carretera de tipo terracería existente. Cabe señalar que las obras de drenaje existentes aumentan la conectividad, ya que éstas pueden servir como pasos 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.** Vista aérea de la carretera de terracería existente.



Fuente: SECIRA, 2021.

**Fotografía V. 3.** Obras de drenaje existentes usadas como paso de fauna.



Fuente: SECIRA, 2021.

### 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 como 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 su aplicación, cuyo nivel de detalle y cuantificación se irán evaluando, analizando y atendiendo con la medida de mitigación respectiva, al momento del desarrollo del proyecto.

**Tabla V. 25.** 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 en la carretera y lugar de incidencia				X
Seguridad e higiene en el trabajo	Número de accidentes laborales por actividad	X	X		

Fuente: SECIRA, 2021.

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 Regional 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. 26.** 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 de este por las actividades del proyecto; influyendo en su estabilidad en el área de estudio.
Atmósfera	Calidad del Aire	Se evaluaron 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 de estudio y en el patrón de drenaje existente.
	Usos	
	Patrón de drenaje	
Hidrología Subterránea	Calidad del agua	Se considera la afectación en la calidad del agua existente y el grado de disponibilidad del recurso en función de las diferentes actividades desarrolladas durante las fases del proyecto.
	Disponibilidad del recurso	
Geomorfología	Modificación del relieve	Se evalúan las modificaciones que pudieran sufrir las formas originales que presenta el 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 sufrir la abundancia y diversidad de la fauna.
	Abundancia y Diversidad.	

Fuente: SECIRA, 2021.

#### 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, así como el comportamiento del indicador a lo largo del tiempo.

**Tabla V. 27.** 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 de vegetación triturada 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 o 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, que son reubicados a lo largo del proceso de desarrollo y establecimiento del proyecto.

INDICADOR DE IMPACTO AMBIENTAL	ELEMENTOS DE EVALUACIÓN
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 como cobertura del relleno sanitario municipal.
Numero de eventos que modificaron 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, 2021.

### 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. 28. Lista indicativa de criterios utilizados.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN.
<b>Naturaleza. -</b>	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.
<b>Intensidad. -</b>	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.
<b>Extensión. -</b>	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 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.
<b>Momento. -</b>	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.
<b>Persistencia. -</b>	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.
<b>Reversibilidad. -</b>	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.
<b>Recuperabilidad. -</b>	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.
<b>Sinergia. -</b>	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 habría de esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente no simultánea.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN.
	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.
<b>Acumulación. -</b>	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.
<b>Efecto. -</b>	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.
<b>Periodicidad. -</b>	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.
<b>Importancia del impacto. -</b>	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, 2021.

A continuación, se presenta la síntesis de los criterios señalados:

**Tabla V. 29.** 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
	Indirecto (Secundario)	0
EFECTO (EF).	Directo	2
	Irregular O Aperiódico Y Discontinuo	0
	Periódico	1
PERIODICIDAD (PR).	Continuo	2

Fuente: SECIRA, 2021.



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. 30.** Evaluación de los impactos ambientales.

<b>Trazo y delimitación DDV</b>	<b>NA</b>	<b>IN</b>	<b>EX</b>	<b>MO</b>	<b>PE</b>	<b>RV</b>	<b>MC</b>	<b>SI</b>	<b>AC</b>	<b>EF</b>	<b>PR</b>	<b>TOTAL</b>
Tenencia de la tierra	-1	2	2	1	2	2	2	0	1	2	1	-15
Uso potencial	1	1	0	1	2	1	2	1	1	2	1	12
Uso actual	1	1	0	2	1	2	1	1	1	1	2	12
Generación de empleo	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	13
Medios de comunicación	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	11
Actividades Urbanas	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	11
												<b>44</b>
<b>Indemnización a propietarios</b>	<b>NA</b>	<b>IN</b>	<b>EX</b>	<b>MO</b>	<b>PE</b>	<b>RV</b>	<b>MC</b>	<b>SI</b>	<b>AC</b>	<b>EF</b>	<b>PR</b>	<b>TOTAL</b>
Tenencia de la tierra	-1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	-11
Uso potencial	1	1	1	2	2	1	1	2	2	2	1	15
Uso actual	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
Calidad de vida	1	1	1	2	2	1	1	2	2	2	2	16
Actividades Urbanas	1	1	1	2	2	1	1	1	1	2	1	13
												<b>43</b>
<b>Desmorte de la vegetación</b>	<b>NA</b>	<b>IN</b>	<b>EX</b>	<b>MO</b>	<b>PE</b>	<b>RV</b>	<b>MC</b>	<b>SI</b>	<b>AC</b>	<b>EF</b>	<b>PR</b>	<b>TOTAL</b>
Velocidad del viento	-1	2	2	2	1	2	1	1	1	2	1	-15
Insolación	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-10
Denudación	-1	2	1	1	1	2	1	2	2	2	2	-16
Movimientos de materiales	-1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	-12
Calidad del agua	-1	2	1	1	1	2	2	2	1	1	2	-15
Avenidas	-1	1	1	1	1	2	2	2	1	1	2	-14
Diversidad	-1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	2	-13
Abundancia	-1	1	1	1	1	2	2	2	1	1	2	-14
Diversidad	-1	1	1	2	2	2	2	1	2	2	2	-17
Abundancia	-1	1	1	1	1	2	2	1	1	2	1	-13
Sucesión ecológica	-1	1	1	1	1	1	0	1	1	2	1	-10
Comunidades vegetales	-1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	-4
Composición	-1	2	2	2	1	2	1	1	1	2	1	-15
Sensibilidad	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-10
Calidad visual	-1	2	1	1	1	2	1	2	2	2	2	-16
Fragilidad	-1	1	1	2	2	2	2	1	2	2	2	-17
Status ecológico	-1	1	1	1	1	2	2	1	1	2	1	-13
Generación de empleo	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	11
Consumo de bienes y servicios	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	1	13
												<b>-200</b>
<b>Despalme del suelo</b>	<b>NA</b>	<b>IN</b>	<b>EX</b>	<b>MO</b>	<b>PE</b>	<b>RV</b>	<b>MC</b>	<b>SI</b>	<b>AC</b>	<b>EF</b>	<b>PR</b>	<b>TOTAL</b>
Velocidad del viento	-1	2	2	2	1	2	1	1	1	2	1	-15
Insolación	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-10
Denudación	-1	2	1	1	1	2	1	2	2	2	2	-16
Movimientos de materiales	-1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	-12
Material (tipo de roca)	-1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	2	-13
Afloramientos rocosos	-1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	2	-13
Unidad de suelo (tipo)	-1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	2	-13
Erodabilidad	-1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	-12
Profundidad	-1	1	1	1	2	2	2	1	0	2	2	-14
Pedregosidad	-1	1	1	2	2	1	1	1	2	2	2	-15
Composición gaseosa	-1	1	1	1	1	2	2	1	1	2	1	-13
Aeropartículas minerales	-1	1	1	1	1	1	1	1	0	2	1	-10

Acústica	-1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	-9
Dinámica hidrológica	-1	1	1	1	1	1	0	1	1	2	1	-10
Calidad del agua	-1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	-4
Diversidad	-1	1	1	1	2	1	1	2	2	1	2	-14
Abundancia	-1	1	1	1	1	1	1	2	1	0	1	-10
Sucesión ecológica	-1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1	-12
Comunidades vegetales	-1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	-9
Composición	-1	2	2	2	1	2	1	1	1	2	1	-15
Sensibilidad	-1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	2	-13
Calidad visual	-1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	2	-13
Fragilidad	-1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	-12
Status ecológico	-1	1	1	1	1	2	2	1	1	2	1	-13
Uso potencial	1	1	1	1	1	1	1	1	0	2	1	10
Uso actual	-1	2	2	2	1	1	1	1	1	2	1	-14
Seguridad en el trabajo	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	11
Generación de empleo	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	1	13
Consumo de bienes y servicios	1	1	1	1	2	2	2	0	0	0	2	11
												<b>-259</b>
<b>Cortes</b>	<b>NA</b>	<b>IN</b>	<b>EX</b>	<b>MO</b>	<b>PE</b>	<b>RV</b>	<b>MC</b>	<b>SI</b>	<b>AC</b>	<b>EF</b>	<b>PR</b>	<b>TOTAL</b>
Velocidad del viento	-1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	-12
Denudación	-1	1	1	1	2	2	2	1	2	2	1	-15
Movimientos de materiales	-1	1	2	1	1	1	1	2	2	2	2	-15
Relieve	-1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	1	-13
Material (tipo de roca)	-1	2	1	2	2	1	2	2	2	2	2	-18
Afloramientos rocosos	-1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	2	-13
Inestabilidad	-1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	2	-13
Erodabilidad	-1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	-11
Pedregosidad	-1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	2	-13
Composición gaseosa	-1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	-12
Aeropartículas minerales	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-10
Acústica	-1	1	0	0	0	1	1	1	1	2	1	-8
Dinámica hidrológica	-1	1	1	2	2	1	2	1	1	2	1	-14
Avenidas	-1	1	1	2	2	1	2	1	1	2	1	-14
Diversidad	-1	1	1	1	1	2	2	1	2	1	1	-13
Abundancia	-1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	-12
Abundancia	-1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	-12
Sucesión ecológica	-1	1	1	1	1	2	1	2	2	1	2	-14
Composición	-1	1	1	2	2	1	2	1	1	2	1	-14
Sensibilidad	-1	1	1	2	2	1	2	1	1	2	1	-14
Calidad visual	-1	1	1	1	1	2	2	1	2	1	1	-13
Fragilidad	-1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	-12
Status ecológico	-1	1	1	1	1	2	2	2	1	2	2	-15
Uso potencial	1	1	0	1	1	1	1	2	2	1	1	11
Seguridad en el trabajo	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	12
Generación de empleo	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	16
Actividades Urbanas	1	1	1	2	1	2	2	1	1	1	2	14
												<b>-247</b>
<b>Nivelación y rellenos</b>	<b>NA</b>	<b>IN</b>	<b>EX</b>	<b>MO</b>	<b>PE</b>	<b>RV</b>	<b>MC</b>	<b>SI</b>	<b>AC</b>	<b>EF</b>	<b>PR</b>	<b>TOTAL</b>
Denudación	-1	1	1	1	2	2	2	1	1	2	2	-15
Movimientos de materiales	-1	1	1	1	2	2	2	2	1	2	2	-16
Relieve	-1	1	1	2	2	2	2	2	1	2	2	-17
Material (tipo de roca)	-1	1	1	1	2	2	2	2	1	2	1	-15
Afloramientos rocosos	-1	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	-13
Unidad de suelo (tipo)	-1	1	2	2	2	2	2	1	2	2	2	-18
Erodabilidad	-1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	-14
Profundidad	-1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1	-12
Pedregosidad	-1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1	-12
Composición gaseosa	-1	1	2	2	2	2	2	1	2	2	2	-18
Aeropartículas minerales	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-10

Acústica	-1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	-11
Dinámica hidrológica	-1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	-12
Calidad del agua	-1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	2	-13
Avenidas	-1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1	-12
Sucesión ecológica	-1	1	2	2	2	2	2	1	2	2	2	-18
Composición	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-10
Calidad visual	-1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	-11
Fragilidad	-1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	-12
Status ecológico	-1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	2	-13
Uso potencial	1	1	1	1	1	1	2	2	1	2	1	13
Uso actual	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	12
Seguridad en el trabajo	1	1	2	2	2	2	2	2	1	2	2	18
Generación de empleo	1	1	1	1	1	1	2	2	1	2	1	13
Actividades Urbanas	1	1	2	2	2	2	2	2	1	2	2	18
												-198
<b>Excavación</b>	<b>NA</b>	<b>IN</b>	<b>EX</b>	<b>MO</b>	<b>PE</b>	<b>RV</b>	<b>MC</b>	<b>SI</b>	<b>AC</b>	<b>EF</b>	<b>PR</b>	<b>TOTAL</b>
Denuclación	-1	1	1	1	1	1	1	0	2	1	1	-10
Movimientos de materiales	-1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	-11
Relieve	-1	1	2	1	1	1	1	1	1	0	1	-10
Material (tipo de roca)	-1	1	1	1	1	1	1	0	1	2	2	-11
Afloramientos rocosos	-1	1	2	1	1	0	0	1	1	1	1	-9
Erodabilidad	-1	1	2	1	2	0	0	0	1	1	1	-9
Profundidad	-1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	-11
Pedregosidad	-1	1	2	1	1	1	1	1	1	0	1	-10
Composición gaseosa	-1	1	1	1	1	1	1	0	1	2	2	-11
Aeropartículas minerales	-1	1	2	1	1	0	0	1	1	1	1	-9
Acústica	-1	1	2	1	1	0	0	0	1	1	1	-8
Dinámica hidrológica	-1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	-11
Calidad del agua	-1	1	2	1	1	1	1	1	1	0	1	-10
Avenidas	-1	1	1	1	1	1	1	0	1	2	2	-11
Sucesión ecológica	-1	1	2	1	1	0	0	1	2	1	1	-10
Composición	-1	1	2	1	1	0	0	0	1	1	1	-8
Calidad visual	-1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	-11
Fragilidad	-1	1	2	1	1	1	1	1	1	0	1	-10
Status ecológico	-1	1	1	1	1	1	1	0	1	2	2	-11
Tenencia de la tierra	-1	1	2	1	1	2	0	1	1	1	1	-11
Uso potencial	1	1	2	1	1	1	1	1	1	0	1	10
Uso actual	1	1	1	2	1	1	1	0	2	2	2	13
Generación de empleo	1	1	2	2	1	0	0	2	1	1	1	11
												-168
<b>Compactación</b>	<b>NA</b>	<b>IN</b>	<b>EX</b>	<b>MO</b>	<b>PE</b>	<b>RV</b>	<b>MC</b>	<b>SI</b>	<b>AC</b>	<b>EF</b>	<b>PR</b>	<b>TOTAL</b>
Unidad de suelo (tipo)	-1	1	2	1	2	2	2	2	1	2	2	-17
Profundidad	-1	1	2	1	2	1	2	2	1	2	1	-15
Composición gaseosa	-1	1	2	1	1	0	0	1	1	1	1	-9
Aeropartículas minerales	-1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	-12
Acústica	-1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	-12
Dinámica hidrológica	-1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	2	-13
Seguridad en el trabajo	1	1	1	1	2	2	1	2	2	2	1	15
Generación de empleo	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	12
												-51
<b>Manejo y disposición de residuos de obra</b>	<b>NA</b>	<b>IN</b>	<b>EX</b>	<b>MO</b>	<b>PE</b>	<b>RV</b>	<b>MC</b>	<b>SI</b>	<b>AC</b>	<b>EF</b>	<b>PR</b>	<b>TOTAL</b>
Relieve	-1	1	2	1	2	2	2	2	1	2	2	-17
Material (tipo de roca)	-1	1	2	1	2	1	2	2	1	2	1	-15
Unidad de suelo (tipo)	-1	1	2	1	1	0	0	1	1	1	1	-9
Composición gaseosa	-1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	-12
Aeropartículas minerales	-1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	-12
Acústica	-1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	2	-13
Calidad visual	-1	1	2	1	1	0	0	1	1	1	1	-9
Uso actual	-1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	-12

Generación de empleo	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	12
Actividades Urbanas	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	12
												-75
<b>Instalación de infraestructura de apoyo</b>	<b>NA</b>	<b>IN</b>	<b>EX</b>	<b>MO</b>	<b>PE</b>	<b>RV</b>	<b>MC</b>	<b>SI</b>	<b>AC</b>	<b>EF</b>	<b>PR</b>	<b>TOTAL</b>
Unidad de suelo (tipo)	-1	1	1	1	0	1	1	2	1	2	1	-11
Acústica	-1	1	0	1	1	1	1	1	1	2	1	-10
Abundancia	-1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	1	-14
Seguridad en el trabajo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	11
Calidad de vida	1	1	0	1	1	1	1	1	1	2	1	10
Generación de empleo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	11
												-3
<b>Preparación del cruce de caminos y vialidades</b>	<b>NA</b>	<b>IN</b>	<b>EX</b>	<b>MO</b>	<b>PE</b>	<b>RV</b>	<b>MC</b>	<b>SI</b>	<b>AC</b>	<b>EF</b>	<b>PR</b>	<b>TOTAL</b>
Denudación	-1	1	0	1	1	2	2	2	2	2	2	-15
Relieve	-1	1	0	1	1	2	2	2	2	2	2	-15
Unidad de suelo (tipo)	-1	1	0	1	1	2	2	2	2	2	2	-15
Erodabilidad	-1	1	0	1	1	2	2	2	1	2	2	-14
Profundidad	-1	1	0	1	1	1	2	1	1	2	2	-12
Vialidad y transporte	-1	1	0	1	1	2	2	1	2	2	2	-14
Seguridad en el trabajo	1	0	0	1	1	0	2	0	0	1	1	6
Generación de empleo	1	0	0	1	1	0	2	0	0	1	1	6
Medios de comunicación	1	1	0	1	1	1	2	2	2	2	1	13
Actividades Urbanas	1	0	0	1	1	0	2	0	0	1	1	6
												-54
<b>Obras de drenaje y subdrenaje</b>	<b>NA</b>	<b>IN</b>	<b>EX</b>	<b>MO</b>	<b>PE</b>	<b>RV</b>	<b>MC</b>	<b>SI</b>	<b>AC</b>	<b>EF</b>	<b>PR</b>	<b>TOTAL</b>
Unidad de suelo (tipo)	-1	1	0	2	2	2	1	1	2	1	2	-14
Erodabilidad	-1	1	0	1	1	2	2	1	2	2	2	-14
Profundidad	-1	0	0	1	1	2	2	2	1	2	1	-12
Pedregosidad	-1	1	0	1	1	1	2	1	1	1	1	-10
Recarga hidrológica	-1	1	0	1	1	2	2	1	2	1	1	-12
Dinámica hidrológica	1	1	0	2	1	0	2	0	0	2	1	9
Avenidas	1	1	0	2	1	0	2	2	2	2	2	14
Diversidad	1	1	0	2	1	1	2	2	2	2	2	15
Abundancia	-1	0	0	1	1	1	2	2	2	2	2	-13
Sucesión ecológica	-1	2	0	1	1	1	1	1	1	1	2	-11
Composición	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	-12
Sensibilidad	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	2	-10
Uso actual	-1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-12
Generación de empleo	1	1	0	1	1	1	2	1	1	1	2	11
Actividades Urbanas	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	12
												-59
<b>Construcción de los Terraplenes</b>	<b>NA</b>	<b>IN</b>	<b>EX</b>	<b>MO</b>	<b>PE</b>	<b>RV</b>	<b>MC</b>	<b>SI</b>	<b>AC</b>	<b>EF</b>	<b>PR</b>	<b>TOTAL</b>
Denudación	-1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	2	-9
Movimientos de materiales	-1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	2	-9
Relieve	-1	1	2	2	2	1	2	1	1	1	2	-15
Material (tipo de roca)	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-10
Unidad de suelo (tipo)	-1	1	2	2	2	2	2	1	1	1	2	-16
Erodabilidad	-1	1	1	2	1	1	2	1	2	1	2	-14
Profundidad	-1	1	2	1	0	1	1	1	1	0	1	-9
Composición gaseosa	-1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	-5
Aeropartículas minerales	-1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	-5
Acústica	-1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	-5
Recarga hidrológica	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	-9
Dinámica hidrológica	-1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	-12
Avenidas	-1	1	1	1	1	2	1	1	2	2	1	-13
Abundancia	-1	1	2	1	1	1	1	2	2	2	1	-14
Sucesión ecológica	-1	1	1	1	2	-1	1	2	2	2	1	-12
Sensibilidad	-1	1	1	1	1	-1	1	1	1	1	1	-8
Calidad visual	-1	1	1	1	2	-1	1	2	2	2	2	-13
Uso actual	-1	1	1	2	1	-1	1	1	2	1	1	-10

Seguridad en el trabajo	1	1	1	1	1	-1	1	2	1	0	1	8
Generación de empleo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	11
Medios de comunicación	1	1	2	2	1	2	2	2	2	2	2	18
Consumo de bienes y servicios	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	8
												-143
<b>Estabilidad de taludes</b>	<b>NA</b>	<b>IN</b>	<b>EX</b>	<b>MO</b>	<b>PE</b>	<b>RV</b>	<b>MC</b>	<b>SI</b>	<b>AC</b>	<b>EF</b>	<b>PR</b>	<b>TOTAL</b>
Denudación	-1	1	0	2	2	1	1	0	1	2	2	-12
Movimientos de materiales	-1	1	0	2	2	1	1	1	1	1	1	-11
Material (tipo de roca)	1	1	0	1	1	2	1	1	1	1	1	10
Inestabilidad	1	1	0	1	2	1	1	1	1	2	1	11
Erodabilidad	1	1	0	1	1	1	1	2	2	2	1	12
Abundancia	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	9
Calidad visual	-1	1	1	1	2	1	2	2	1	2	2	-15
Seguridad en el trabajo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	11
Generación de empleo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	11
Consumo de bienes y servicios	1	1	0	0	1	1	1	1	1	2	0	8
												34
<b>Acarreo de material</b>	<b>NA</b>	<b>IN</b>	<b>EX</b>	<b>MO</b>	<b>PE</b>	<b>RV</b>	<b>MC</b>	<b>SI</b>	<b>AC</b>	<b>EF</b>	<b>PR</b>	<b>TOTAL</b>
Material (tipo de roca)	-1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	-11
Composición gaseosa	-1	1	2	1	0	0	1	0	0	2	1	-8
Aeropartículas minerales	-1	1	2	1	0	0	1	0	0	2	1	-8
Acústica	-1	1	2	1	0	0	1	0	0	2	1	-8
Vialidad y transporte	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-11
Seguridad en el trabajo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
Generación de empleo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	11
Consumo de bienes y servicios	1	1	0	0	0	1	1	1	1	2	0	7
												-18
<b>Plantas de asfalto, concreto y trituradoras</b>	<b>NA</b>	<b>IN</b>	<b>EX</b>	<b>MO</b>	<b>PE</b>	<b>RV</b>	<b>MC</b>	<b>SI</b>	<b>AC</b>	<b>EF</b>	<b>PR</b>	<b>TOTAL</b>
Insolación	-1	1	0	1	1	0	1	0	1	2	1	-8
Unidad de suelo (tipo)	-1	1	0	1	1	1	1	1	1	2	1	-10
Erodabilidad	-1	1	0	1	1	0	1	0	1	2	1	-8
Composición gaseosa	-1	1	0	1	1	0	1	0	1	2	1	-8
Aeropartículas minerales	-1	1	0	1	1	0	1	0	1	2	1	-8
Acústica	-1	1	0	1	0	0	1	0	0	2	1	-6
Calidad visual	-1	2	0	2	1	1	1	2	2	1	1	-13
Tenencia de la tierra	1	1	0	1	1	1	1	1	1	2	1	10
Seguridad en el trabajo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	11
Generación de empleo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	11
Consumo de bienes y servicios	1	1	1	0	1	1	1	2	1	2	1	11
												-18
<b>Talleres y patios de servicio</b>	<b>NA</b>	<b>IN</b>	<b>EX</b>	<b>MO</b>	<b>PE</b>	<b>RV</b>	<b>MC</b>	<b>SI</b>	<b>AC</b>	<b>EF</b>	<b>PR</b>	<b>TOTAL</b>
Unidad de suelo (tipo)	-1	1	0	1	1	1	1	1	1	2	1	-10
Erodabilidad	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-11
Composición gaseosa	-1	1	0	1	0	0	1	0	0	2	1	-6
Acústica	-1	1	0	1	0	0	1	0	0	2	1	-6
Calidad visual	-1	2	0	2	0	1	1	2	2	1	1	-12
Tenencia de la tierra	1	1	0	1	1	1	1	1	1	2	1	10
Seguridad en el trabajo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	11
Generación de empleo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	11
Consumo de bienes y servicios	1	1	0	0	1	1	1	1	1	2	0	8
												-5
<b>Colocación de carpeta asfáltica</b>	<b>NA</b>	<b>IN</b>	<b>EX</b>	<b>MO</b>	<b>PE</b>	<b>RV</b>	<b>MC</b>	<b>SI</b>	<b>AC</b>	<b>EF</b>	<b>PR</b>	<b>TOTAL</b>
Velocidad del viento	-1	1	1	2	1	1	1	2	1	2	2	-14
Insolación	-1	1	1	2	1	1	1	2	1	2	2	-14
Composición gaseosa	-1	1	1	1	1	0	1	0	1	2	1	-9
Acústica	-1	1	1	1	1	0	1	0	1	2	1	-9
Abundancia	-1	1	1	1	1	2	2	1	2	2	2	-15
Sucesión ecológica	-1	1	1	1	1	2	1	1	2	2	2	-14

Sensibilidad	-1	1	1	1	1	2	1	1	2	2	1	-13
Calidad visual	-1	1	1	2	2	2	1	2	2	2	2	-17
Fragilidad	-1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	-12
Status ecológico	-1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	-12
Uso potencial	-1	1	2	2	2	1	1	2	1	2	2	-16
Uso actual	-1	1	1	1	1	2	1	1	2	2	1	-13
Vialidad y transporte	1	1	2	2	2	1	1	2	1	2	2	16
Asentamientos humanos	1	1	1	1	2	1	1	2	2	2	2	15
Migración interregional	1	0	1	1	1	1	1	2	1	1	1	10
Calidad de vida	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	2	13
Generación de empleo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	11
Medios de comunicación	1	1	1	1	2	1	1	2	2	1	2	14
Consumo de bienes y servicios	1	1	0	0	1	1	1	1	1	2	0	8
Actividades Urbanas	1	1	0	1	1	1	1	2	2	2	2	13
												-58
<b>Obras complementarias</b>	<b>NA</b>	<b>IN</b>	<b>EX</b>	<b>MO</b>	<b>PE</b>	<b>RV</b>	<b>MC</b>	<b>SI</b>	<b>AC</b>	<b>EF</b>	<b>PR</b>	<b>TOTAL</b>
Vialidad y transporte	1	1	1	2	2	1	2	2	2	2	2	17
Calidad de vida	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	11
Generación de empleo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	11
Consumo de bienes y servicios	1	1	0	0	1	1	1	1	1	2	0	8
Actividades Urbanas	1	1	1	2	2	1	1	2	2	2	2	16
												63
<b>Manejo y disposición de residuos</b>	<b>NA</b>	<b>IN</b>	<b>EX</b>	<b>MO</b>	<b>PE</b>	<b>RV</b>	<b>MC</b>	<b>SI</b>	<b>AC</b>	<b>EF</b>	<b>PR</b>	<b>TOTAL</b>
Unidad de suelo (Tipo)	-1	1	0	1	1	1	1	1	1	2	1	-10
Composición del acuífero	-1	1	0	1	1	2	2	2	2	1	1	-12
Calidad del agua	-1	1	0	1	1	2	2	1	1	2	1	-12
Calidad visual	-1	1	0	1	1	1	1	2	2	2	1	-12
Tenencia de la tierra	-1	1	1	1	2	1	1	2	1	2	1	-13
Uso actual	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	11
Generación de empleo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	11
Actividades Urbanas	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	9
												-28
<b>Señalamiento</b>	<b>NA</b>	<b>IN</b>	<b>EX</b>	<b>MO</b>	<b>PE</b>	<b>RV</b>	<b>MC</b>	<b>SI</b>	<b>AC</b>	<b>EF</b>	<b>PR</b>	<b>TOTAL</b>
Calidad del agua	-1	1	0	2	1	1	2	1	2	1	1	-12
Calidad visual	-1	1	0	2	2	1	2	1	1	1	2	-13
Vialidad y transporte	1	1	1	2	2	1	1	2	2	2	2	16
Seguridad en el trabajo	1	1	0	1	1	1	1	1	1	2	1	10
Calidad de vida	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	11
Generación de empleo	1	1	0	1	1	1	1	1	1	2	1	10
Medios de comunicación	1	1	1	2	2	1	1	2	2	2	2	16
Consumo de bienes y servicios	1	1	0	0	1	1	1	1	1	2	0	8
Actividades Urbanas	1	1	2	2	2	1	1	2	2	2	2	17
												63
<b>Servicios adicionales al usuario</b>	<b>NA</b>	<b>IN</b>	<b>EX</b>	<b>MO</b>	<b>PE</b>	<b>RV</b>	<b>MC</b>	<b>SI</b>	<b>AC</b>	<b>EF</b>	<b>PR</b>	<b>TOTAL</b>
Insolación	-1	1	0	0	1	1	1	1	1	2	0	-8
Vialidad y transporte	1	1	1	2	2	1	1	2	2	2	1	15
Seguridad en el trabajo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	11
Calidad de vida	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	11
Generación de empleo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	11
Medios de comunicación	1	1	1	1	2	1	1	2	2	2	2	15
Consumo de bienes y servicios	1	1	0	0	1	1	1	1	1	2	0	8
Actividades Urbanas	1	1	1	2	2	1	1	2	2	2	2	16
												79
<b>Áreas verdes</b>	<b>NA</b>	<b>IN</b>	<b>EX</b>	<b>MO</b>	<b>PE</b>	<b>RV</b>	<b>MC</b>	<b>SI</b>	<b>AC</b>	<b>EF</b>	<b>PR</b>	<b>TOTAL</b>
Insolación	1	1	0	1	1	1	1	1	1	2	1	10
Unidad de suelo (tipo)	1	1	0	1	0	0	1	1	1	2	1	8
Erodabilidad	1	1	0	1	0	0	1	1	1	2	1	8
Composición gaseosa	1	1	0	1	0	0	1	1	1	2	1	8
Diversidad	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	9

Abundancia	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	9
Diversidad	1	1	0	1	1	1	1	1	1	2	1	10
Abundancia	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	1	13
Sucesión ecológica	1	1	0	1	1	1	1	1	1	2	1	10
Comunidades vegetales	1	1	0	1	1	1	1	1	1	2	1	10
Composición	1	1	0	1	1	1	1	1	1	2	1	10
Calidad visual	1	1	0	2	2	1	1	2	1	1	2	13
Fragilidad	1	1	1	2	2	1	1	2	1	1	2	14
Status ecológico	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	9
Tenencia de la tierra	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	9
Uso actual	1	1	0	1	1	1	1	1	1	2	1	10
Calidad de vida	1	1	0	0	1	1	1	1	1	2	0	8
Generación de empleo	1	1	1	2	2	1	1	2	2	1	2	15
Medios de comunicación	1	1	1	2	2	1	1	2	2	2	2	16
Actividades Urbanas	1	1	1	2	2	1	1	2	2	2	2	16
												<b>215</b>
<b>Desmantelamiento infraestructura de apoyo</b>	<b>NA</b>	<b>IN</b>	<b>EX</b>	<b>MO</b>	<b>PE</b>	<b>RV</b>	<b>MC</b>	<b>SI</b>	<b>AC</b>	<b>EF</b>	<b>PR</b>	<b>TOTAL</b>
Insolación	-1	1	1	1	0	1	1	0	0	2	1	-8
Erodabilidad	-1	1	1	1	0	1	1	0	0	2	1	-8
Aeropartículas minerales	-1	1	1	1	0	1	1	0	0	2	1	-8
Acústica	-1	1	1	1	0	1	1	0	0	2	1	-8
Calidad visual	-1	1	1	1	0	1	1	0	0	2	1	-8
Fragilidad	-1	1	1	1	0	1	1	0	0	2	1	-8
Uso potencial	1	1	0	1	1	1	1	0	1	2	1	9
Generación de empleo	1	1	0	1	1	1	1	1	1	2	1	10
												<b>-29</b>
<b>Tránsito Vehicular</b>	<b>NA</b>	<b>IN</b>	<b>EX</b>	<b>MO</b>	<b>PE</b>	<b>RV</b>	<b>MC</b>	<b>SI</b>	<b>AC</b>	<b>EF</b>	<b>PR</b>	<b>TOTAL</b>
Composición gaseosa	-1	2	2	2	0	0	1	1	2	2	2	-14
Aeropartículas minerales	-1	1	2	1	0	0	1	1	1	1	1	-9
Acústica	-1	2	2	2	0	0	1	1	2	2	2	-14
Diversidad	-1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	2	-13
Abundancia	-1	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	-19
Vialidad y transporte	1	1	1	1	1	1	1	2	0	2	1	11
Migración interregional	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	12
Seguridad en el trabajo	1	1	1	1	1	1	1	2	0	2	1	11
Calidad de vida	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	11
Generación de empleo	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	7
Medios de comunicación	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	7
Consumo de bienes y servicios	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	7
Actividades Urbanas	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	7
												<b>4</b>
<b>Bacheo, pintura y señalización</b>	<b>NA</b>	<b>IN</b>	<b>EX</b>	<b>MO</b>	<b>PE</b>	<b>RV</b>	<b>MC</b>	<b>SI</b>	<b>AC</b>	<b>EF</b>	<b>PR</b>	<b>TOTAL</b>
Composición gaseosa	-1	1	1	1	0	0	1	0	0	2	1	-7
Calidad visual	1	1	1	1	2	0	1	2	2	2	2	14
Vialidad y transporte	1	1	2	1	0	1	1	1	1	2	2	12
Calidad de vida	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	11
Generación de empleo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	11
Medios de comunicación	1	1	2	1	1	1	0	2	1	2	2	13
Consumo de bienes y servicios	1	1	2	1	1	1	0	2	1	2	2	13
												<b>67</b>
<b>Limpieza de vegetación ruderal y residuos</b>	<b>NA</b>	<b>IN</b>	<b>EX</b>	<b>MO</b>	<b>PE</b>	<b>RV</b>	<b>MC</b>	<b>SI</b>	<b>AC</b>	<b>EF</b>	<b>PR</b>	<b>TOTAL</b>
Unidad de suelo (tipo)	1	1	1	1	0	1	1	2	2	2	2	13
Diversidad	1	1	1	1	0	1	1	2	2	2	2	13
Calidad visual	1	1	1	1	0	1	1	2	2	2	1	12
Status ecológico	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	12
Uso potencial	1	1	1	1	0	1	1	2	2	2	1	12
Asentamientos humanos	-1	1	1	1	2	1	1	2	2	2	2	-15
Calidad de vida	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	11
Generación de empleo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	11

Medios de comunicación	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	11
Consumo de bienes y servicios	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	11
												<b>91</b>
<b>Sistema de Prevención de Accidentes</b>	<b>NA</b>	<b>IN</b>	<b>EX</b>	<b>MO</b>	<b>PE</b>	<b>RV</b>	<b>MC</b>	<b>SI</b>	<b>AC</b>	<b>EF</b>	<b>PR</b>	<b>TOTAL</b>
Calidad visual	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	11
Uso potencial	1	1	1	1	0	1	1	2	2	2	1	12
Vialidad y transporte	1	1	2	2	0	1	1	2	2	2	2	15
Asentamientos humanos	1	1	1	2	0	1	1	2	2	2	1	13
Migración interregional	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	1	14
Seguridad en el trabajo	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	1	13
Calidad de vida	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	11
Generación de empleo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	11
Medios de comunicación	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	11
Consumo de bienes y servicios	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	11
Actividades Urbanas	1	1	2	1	1	1	0	2	1	2	2	13
												<b>135</b>
<b>Áreas verdes</b>	<b>NA</b>	<b>IN</b>	<b>EX</b>	<b>MO</b>	<b>PE</b>	<b>RE</b>	<b>MC</b>	<b>SI</b>	<b>AC</b>	<b>EF</b>	<b>PR</b>	<b>TOTAL</b>
Velocidad del viento	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	9
Insolación	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	9
Unidad de suelo (tipo)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
Erodabilidad	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	8
Composición gaseosa	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	12
Acústica	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
Calidad del agua	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	9
Abundancia	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	8
Diversidad	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
Abundancia	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	8
Sucesión ecológica	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-10
Comunidades vegetales	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
Composición	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	-9
Sensibilidad	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
Calidad visual	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
Fragilidad	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
Status ecológico	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	8
Uso potencial	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
Calidad de vida	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	9
Generación de empleo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
Medios de comunicación	1	2	0	1	1	1	1	1	1	0	1	9
Consumo de bienes y servicios	1	2	1	2	1	1	1	2	1	2	2	15
Actividades Urbanas	1	2	1	2	1	1	1	2	1	2	2	15
												<b>190</b>

Fuente: SECIRA, 2021.





## 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. 32.** Impactos significativos derivados del proyecto.

MEDIO	FACTOR AMBIENTAL	ATRIBUTOS	VALOR
Físicos.	Clima.	1. Velocidad del viento.	-47
		2. Insolación.	-39
	Geomorfología.	3. Denudación.	-108
		4. Movimientos de materiales.	-86
		5. Relieve.	-87
	Geología.	6. Material (tipo de roca).	-83
		7. Afloramientos rocosos.	-48
		8. Inestabilidad.	-2
	Suelo.	9. Unidad de suelo (tipo).	-112
		10. Erodabilidad.	-87
		11. Profundidad.	-85
		12. Pedregosidad.	-60
	Aire.	13. Composición gaseosa.	-112
		14. Aeropartículas minerales.	-101
		15. Acústica.	-117
	Hidrología Subterránea.	16. Composición del acuífero.	-12
		17. Recarga hidrológica.	-21
	Hidrología Superficial.	18. Dinámica hidrológica.	-63
		19. Calidad del agua.	-57
		20. Avenidas.	-50
Biótico.	Vegetación.	21. Diversidad.	4
		22. Abundancia.	-12
	Fauna.	23. Diversidad.	-19
		24. Abundancia.	-75
	Hábitat.	25. Sucesión ecológica.	-101
		26. Comunidades vegetales.	7
		27. Composición.	-73
		28. Sensibilidad.	-58
Paisaje.	Fondo escénico y estético.	29. Calidad visual.	-116
		30. Fragilidad.	-59
		31. Status ecológico.	-48
Socioeconómico.	Uso del suelo.	32. Tenencia de la tierra.	-21
		33. Uso potencial.	98
		34. Uso actual.	7
	Elementos Urbanos.	35. Vialidad y transporte.	77
		36. Asentamientos humanos.	13
	Salud y Seguridad social.	37. Migración interregional.	36
		38. Seguridad en el trabajo.	169
	Económicos.	39. Calidad de vida.	133
		40. Generación de empleo.	313
		41. Medios de comunicación.	144
		42. Consumo de bienes y servicios.	165
		43. Actividades Antropogénicas.	208

Fuente: SECIRA, 2021.

## 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. 33.** Índice de Impactabilidad.

Número de actividades:	29
Universo de interacciones potenciales:	385
Impactabilidad general del proyecto:	0.07

Fuente: SECIRA, 2021.

Listado de actividades de acuerdo con su índice de impactabilidad:

**Tabla V. 34.** Listado de actividades de acuerdo a su índice de impactabilidad.

PREPARACIÓN DEL SITIO	IMPACTABILIDAD
Despalme del suelo	0.07532468
Cortes	0.07012987
Nivelación y rellenos	0.06493506
Excavación	0.05974026
Desmante de la vegetación	0.04935065
Manejo y disposición de residuos de obra	0.02597403
Preparación del cruce de caminos y vialidades	0.02597403
Compactación	0.02077922
Trazo y delimitación DDV	0.01558442
Instalación de infraestructura de apoyo	0.01558442
Indemnización a propietarios	0.01298701
CONSTRUCCIÓN	IMPACTABILIDAD
Construcción de los Terraplenes	0.05714286
Colocación de carpeta asfáltica	0.05194805
Áreas verdes	0.05194805
Obras de drenaje y subdrenaje	0.03896104
Plantas de asfalto, concreto y trituradoras	0.02857143
Estabilidad de taludes	0.02597403
Talleres y patios de servicio	0.02337662
Señalamiento	0.02337662
Acarreos de material	0.02077922
Manejo y disposición de residuos	0.02077922
Servicios adicionales al usuario	0.02077922
Desmantelamiento infraestructura de apoyo	0.02077922
Obras complementarias	0.01298701
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	IMPACTABILIDAD
Áreas verdes	0.05974026
Tránsito Vehicular	0.03376623
Sistema de Prevención de Accidentes	0.02857143
Limpieza de vegetación ruderal y residuos	0.02597403

Fuente: SECIRA, 2021.

De acuerdo con la naturaleza del proyecto, las actividades que tienen un mayor índice de impactabilidad en el ambiente son:

**Tabla V. 35.** Índice de Impactabilidad en el proyecto.

ACTIVIDAD	ÍNDICE DE IMPACTABILIDAD
Despalme del suelo	0.07532468
Cortes	0.07012987
Nivelación y rellenos	0.06493506
Excavación	0.05974026
Áreas verdes	0.05974026
Construcción de los Terraplenes	0.05714286
Colocación de carpeta asfáltica	0.05194805
Áreas verdes	0.05194805
Desmante de la vegetación	0.04935065
Obras de drenaje y subdrenaje	0.03896104

Fuente: SECIRA, 2021.

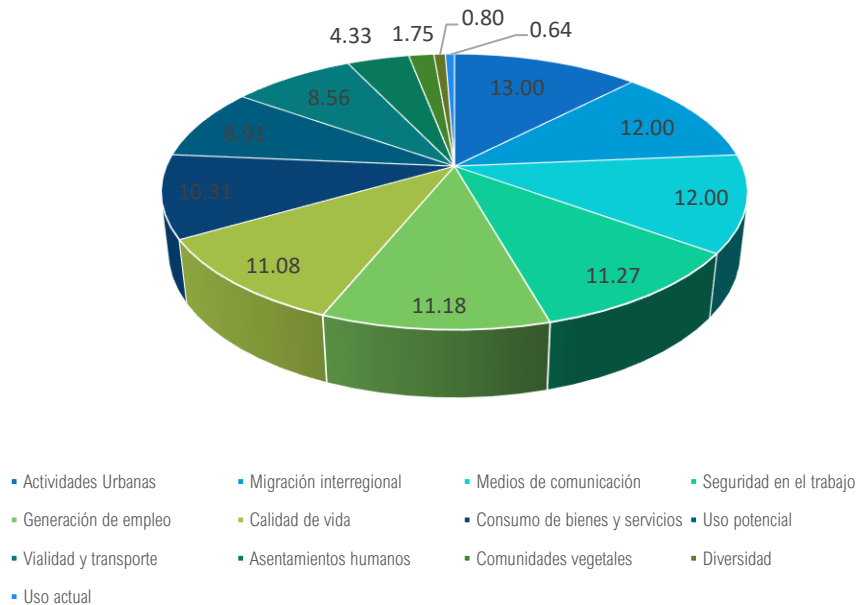
Los atributos ambientales con impactos ambientales positivos son:

**Tabla V. 36.** Atributos ambientales con Impactos Ambientales Positivos.

ATRIBUTO AMBIENTAL	PONDERACIÓN	FRECUENCIA	ÍNDICE POSITIVO
Actividades Urbanas	208	16	13.00
Migración interregional	36	3	12.00
Medios de comunicación	144	12	12.00
Seguridad en el trabajo	169	15	11.27
Generación de empleo	313	28	11.18
Calidad de vida	133	12	11.08
Consumo de bienes y servicios	165	16	10.31
Uso potencial	98	11	8.91
Vialidad y transporte	77	9	8.56
Asentamientos humanos	13	3	4.33
Comunidades vegetales	7	4	1.75
Diversidad	4	5	0.80
Uso actual	7	11	0.64

Fuente: SECIRA, 2021.

**Gráfica V. 2.** Atributos ambientales con Impactos Ambientales Positivos.



Fuente: SECIRA, 2021.

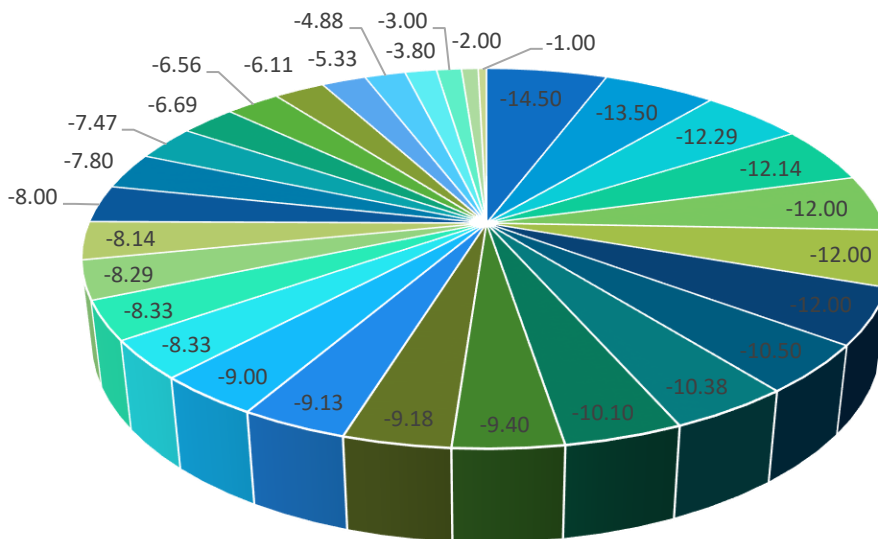
**Tabla V. 37.** Atributos ambientales con Impactos ambientales Negativos.

ATRIBUTO	IMPACTABILIDAD	FRECUENCIA	ÍNDICE NEGATIVO
Relieve	-87	6	-14.50
Denudación	-108	8	-13.50
Movimientos de materiales	-86	7	-12.29
Profundidad	-85	7	-12.14
Afloramientos rocosos	-48	4	-12.00
Pedregosidad	-60	5	-12.00
Composición del acuífero	-12	1	-12.00
Recarga hidrológica	-21	2	-10.50
Material (tipo de roca)	-83	8	-10.38
Sucesión ecológica	-101	10	-10.10

ATRIBUTO	IMPACTABILIDAD	FRECUENCIA	ÍNDICE NEGATIVO
Velocidad del viento	-47	5	-9.4
Aero partículas minerales	-101	11	-9.18
Composición	-73	8	-9.13
Dinámica hidrológica	-63	7	-9.00
Avenidas	-50	6	-8.33
Abundancia	-75	9	-8.33
Sensibilidad	-58	7	-8.29
Calidad del agua	-57	7	-8.14
Unidad de suelo (tipo)	-112	14	-8.00
Acústica	-117	15	-7.80
Composición gaseosa	-112	15	-7.47
Erodabilidad	-87	13	-6.69
Fragilidad	-59	9	-6.56
Calidad visual	-116	19	-6.11
Status ecológico	-48	9	-5.33
Insolación	-39	8	-4.88
Diversidad	-19	5	-3.80
Tenencia de la tierra	-21	7	-3.00
Abundancia	-12	6	-2.00
Inestabilidad	-2	2	-1.00

Fuente: SECIRA, 2021.

Gráfica V. 3. Impactos Ambientales Negativos.



- Relieve
- Denudación
- Movimientos de materiales
- Profundidad
- Afloramientos rocosos
- Pedregosidad
- Composición del acuífero
- Recarga hidrológica
- Material (tipo de roca)
- Sucesión ecológica
- Velocidad del viento
- Aero partículas minerales
- Composición
- Dinámica hidrológica
- Avenidas
- Abundancia
- Sensibilidad
- Calidad del agua
- Unidad de suelo (tipo)
- Acústica
- Composición gaseosa
- Erodabilidad
- Fragilidad
- Calidad visual
- Status ecológico
- Insolación
- Diversidad
- Tenencia de la tierra
- Abundancia
- Inestabilidad

Fuente: SECIRA, 2021.

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 385 impactos ambientales o "interacciones", agrupados por cada etapa del proyecto, los cuales quedan distribuidos de la siguiente forma:

**Tabla V. 38.** Distribución de los impactos porcentuales por etapa.

	PREPARACIÓN	CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
Impactos detectados	168	153	64
Porcentaje de impactos	43.64%	39.74%	16.62%

Fuente: SECIRA, 2021.

En el cuadro anterior, se observa que la mayor cantidad de impactos ambientales se presentan durante la etapa de Preparación, la cual concentra el 43.64% de los impactos ambientales identificados. Destaca por otra parte la Construcción con 39.74% y finalmente la Operación y Mantenimiento con 16.62%. Por otra parte, se han seleccionado un concentrado de **actividades** que producen impactos ambientales negativos significativos, con la finalidad de atender el número real de impactos derivados del proyecto, agrupados en tres diferentes categorías, contemplando los efectos positivos y negativos. Asimismo, se elaboró una escala relativa, tomando la ponderación máxima y mínima, tanto en los impactos ambientales negativos como los positivos, a fin de establecer una jerarquía de los obtenidos, lo cual permite agrupar las diferentes actividades, de acuerdo a la ponderación aplicada en la valoración de los impactos ambientales; los intervalos de Bajo, Medio y Alto, se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla V. 39.** Intervalos de los Impactos Negativos y Positivos generados por las actividades del proyecto.

IMPACTOS NEGATIVOS		
Límite inferior	Límite superior	Categoría
-175	-259	Alto Negativo
-89	-174	Medio Negativo
-3	-88	Bajo Negativo
IMPACTOS POSITIVOS		
Límite inferior	Límite superior	Categoría
146	215	Alto Positivo
75	145	Medio Positivo
4	74	Bajo Positivo

Fuente: SECIRA, 2021.

En la siguiente tabla muestra las actividades con la mayor impactabilidad hasta alcanzar el 100% del impacto producido, que deben ser atendidas o minimizadas con la aplicación de medidas correctivas.

**Tabla V. 40.** Impactos ambientales negativos relevantes del proyecto.

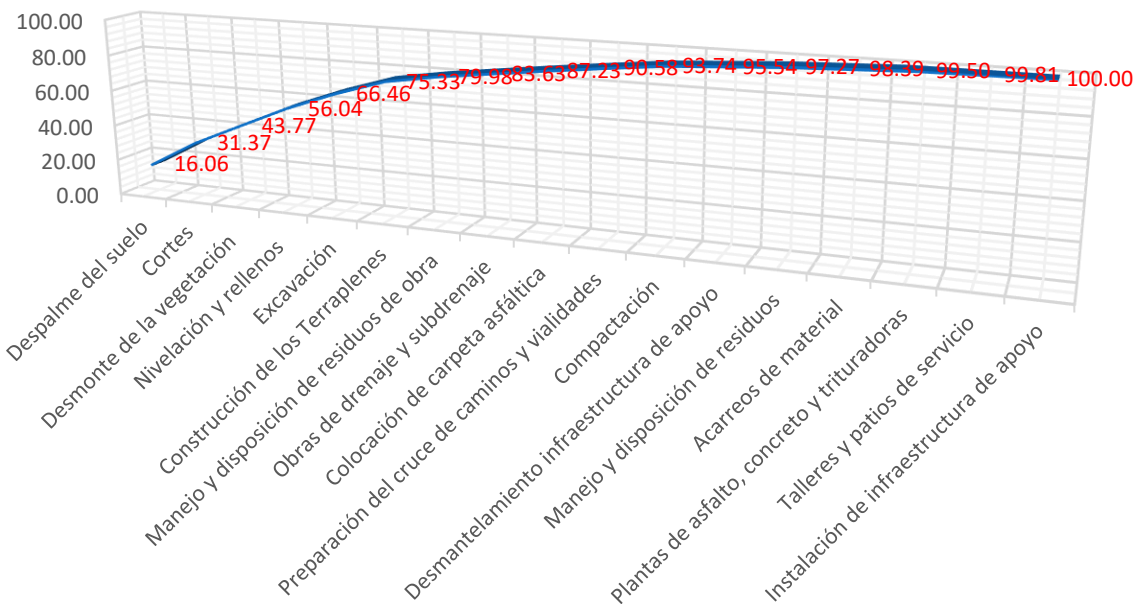
Actividades con Impactos Ambientales Negativos relevantes	Ponderación	% Acumulativo	Categoría
Despalme del suelo	-259	16.06	Alto Negativo
Cortes	-247	31.37	Alto Negativo
Desmonte de la vegetación	-200	43.77	Alto Negativo
Nivelación y rellenos	-198	56.04	Alto Negativo
Excavación	-168	66.46	Medio Negativo
Construcción de los Terraplenes	-143	75.33	Medio Negativo
Manejo y disposición de residuos de obra	-75	79.98	Bajo Negativo
Obras de drenaje y subdrenaje	-59	83.63	Bajo Negativo
Colocación de carpeta asfáltica	-58	87.23	Bajo Negativo
Preparación del cruce de caminos y vialidades	-54	90.58	Bajo Negativo
Compactación	-51	93.74	Bajo Negativo
Desmantelamiento infraestructura de apoyo	-29	95.54	Bajo Negativo
Manejo y disposición de residuos	-28	97.27	Bajo Negativo
Acarreos de material	-18	98.39	Bajo Negativo
Plantas de asfalto, concreto y trituradoras	-18	99.50	Bajo Negativo
Talleres y patios de servicio	-5	99.81	Bajo Negativo

Instalación de infraestructura de apoyo	-3	100.00	Bajo Negativo
---	----	--------	---------------

Fuente: SECIRA, 2021.

La siguiente gráfica muestra la acumulación porcentual de las actividades con los impactos ambientales más significativos, hasta alcanzar el 100%, con la inclusión de su descripción, análisis y respectivas medidas de mitigación en el texto respectivo.

**Gráfica V. 4.** Actividades que alcanzan a producir el 100% de Impactos significativos negativos del proyecto.



Fuente: SECIRA, 2021.

Por otra parte, se tiene una categorización de los impactos ambientales positivos, destacando los más significativos como son la integración de áreas verdes y su mantenimiento, sistema de prevención de accidentes, señalamiento, limpieza de vegetación ruderal y residuos, se considera la Colocación de la carpeta asfáltica debido a que esta por las condiciones actuales favorecerá a que la vialidad sea mas segura y no presente tanta erosión y levantamiento de polvos a partir de las condiciones actuales que imperan, donde se destaca la exigencia de un permanente mantenimiento, reincorporación de especies vegetales, que repercuten de positivamente en el hábitat, fauna y paisaje. La siguiente tabla muestra las actividades con impactos positivos del proyecto.

**Tabla V. 41.** Impactos ambientales relevantes positivos del proyecto.

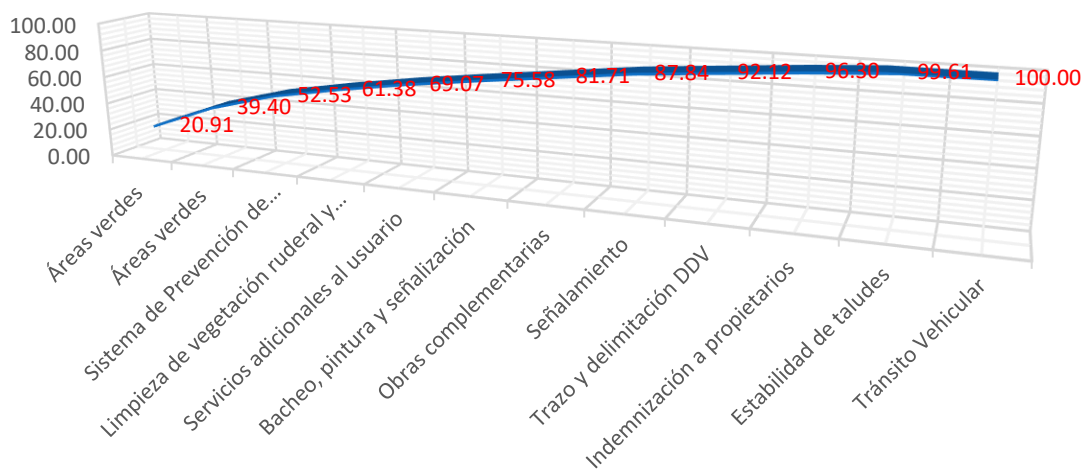
Actividades con Impactos Ambientales Positivos relevantes	Ponderación	% Acumulativo	Categoría
Áreas verdes	215	20.91	Alto Positivo
Áreas verdes	190	39.40	Alto Positivo
Sistema de Prevención de Accidentes	135	52.53	Medio Positivo
Limpieza de vegetación ruderal y residuos	91	61.38	Medio Positivo
Servicios adicionales al usuario	79	69.07	Medio Positivo
Bacheo, pintura y señalización	67	75.58	Bajo Positivo
Obras complementarias	63	81.71	Bajo Positivo
Señalamiento	63	87.84	Bajo Positivo

Trazo y delimitación DDV	44	92.12	Bajo Positivo
Indemnización a propietarios	43	96.30	Bajo Positivo
Estabilidad de taludes	34	99.61	Bajo Positivo
Tránsito Vehicular	4	100.00	Bajo Positivo
Áreas verdes	215	20.91	Alto Positivo

Fuente: SECIRA, 2021.

La gráfica siguiente muestra la acumulación porcentual de los impactos positivos del proyecto.

**Gráfica V. 5.** Actividades que alcanzan a producir el 100% de Impactos significativos positivos del proyecto.



Fuente: SECIRA, 2021.

De esta forma se identificaron 29 Actividades durante todas las etapas para el proyecto y 47 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 30.87%, 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.

#### 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 LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL CAMINO:  
"GUADALUPE VICTORIA - SAN ANTONIO OCOTLÁN - E.C. (SAN PEDRO AMUZGOS - CACAHUATEPEC) -  
RAMAL A SAN PEDRO AMUZGOS, TRAMO DEL KM. 0+000 AL KM. 9+000, CON UNA META DE 9.0 KM.",  
UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.**

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 1,736.78 hectáreas, de las cuales de acuerdo con la carta del INEGI Serie VI, la vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia presenta la mayor representación en el Sistema con un total de 918.04 hectáreas que representan un poco más de la mitad de la superficie total del SAR, específicamente el 52.86%, en segundo sitio de importancia se encuentra la vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia con 498.94 hectáreas que equivalen 28.73% del SAR, finalmente, el 18.41% restante lo ocupa el Pastizal cultivado con 319.80 hectáreas. Estos datos se pueden apreciar en la siguiente tabla y en la subsecuente imagen:

**Tabla V. 42.** Uso de Suelo y Vegetación Presentes en el Sistema Ambiental Regional (INEGI, 2015).

CLAVE	USO DE SUELO Y/O VEGETACIÓN	ÁREA (HECTÁREAS)	PORCENTAJE (%)
PC	Pastizal cultivado	319.80	18.41%
VSa/SBC	Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia	498.94	28.73%
VSa/SMS	Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia	918.04	52.86%
TOTAL		1736.78	100.00%

Fuente: SECIRA, 2021.

Para el presente análisis se tomaron en cuenta las imágenes satelitales, los videos tomados por el dron durante la visita a campo y la misma visita para determinar distintas zonas más específicas del Sistema Ambiental Regional, entre otras, el estado actual de la zona, la vegetación de selva, la infraestructura de transporte, las corrientes de agua, por señalar algunas. Las siguientes unidades de paisaje fueron las que se encontraron dentro del SAR, siendo la más representativa la unidad de paisaje de la vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia con el 50.43% que representan 875.89 hectáreas, en orden de importancia le sigue la vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia con 495.96 hectáreas que equivalen al 28.56% y el pastizal cultivado representa el 18.11%, es decir 314.53 hectáreas. En tanto que, el 2.90% restante lo cubren 6 distintas unidades de paisaje. Estos datos se pueden verificar en la siguiente tabla:

**Tabla V. 43.** Unidades del paisaje presentes en el SAR.

UNIDADES DE PAISAJE	ÁREA (HAS)	PORCENTAJE (%)
Camino tipo brecha	0.97	0.056%
Camino tipo vereda	0.31	0.018%
Carretera de terracería	5.07	0.29%
Cauce intermitente	6.99	0.40%
Cauce perenne	2.59	0.15%
Pastizal Cultivado	314.53	18.11%
San Antonio Ocotlán	34.47	1.98%
Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia	495.96	28.56%
Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia	875.89	50.43%
TOTAL	1736.78	100.00%

Fuente: SECIRA, 2021.

A continuación, se muestra lo siguiente:

- El inventario ambiental determinado a escala 1:10,000.
- La valoración del impacto ambiental, mediante índices de impacto.

Se presenta la cartografía general realizada, a escala 1:10,000, 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.

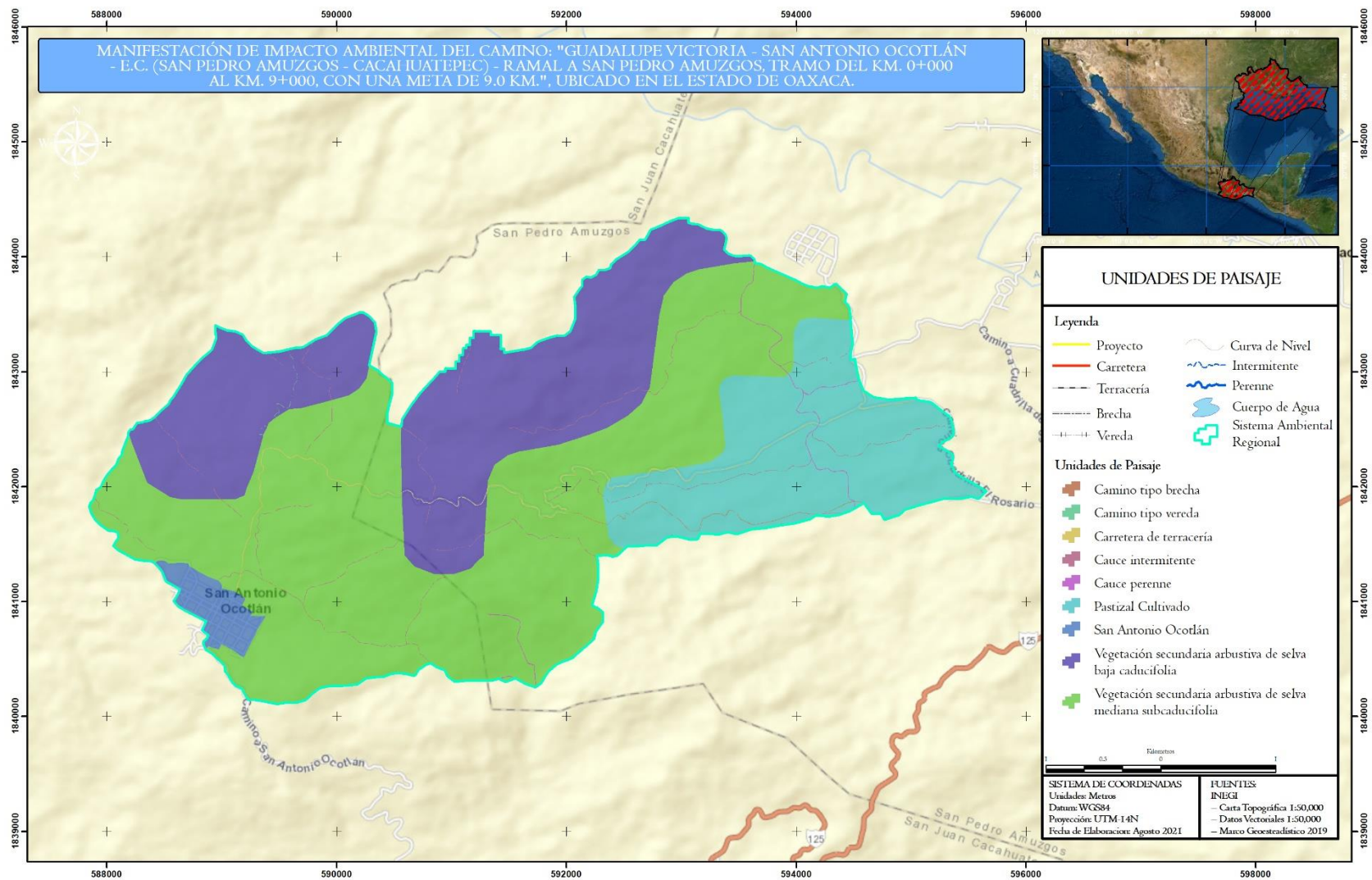
**Tabla V. 44.** Análisis regional a escala 1:10,000.

Unidades ambientales	Superficie ha (su)	Valor de conservación (v)	Superficie equivalente (se)	Índice de impacto (ci) sin proyecto
Camino tipo brecha	0.97	5	4.85	100
Camino tipo vereda	0.31	5	1.53	
Carretera de terracería	5.07	5	25.33	
Cauce intermitente	6.99	7	48.94	
Cauce perenne	2.59	7	18.15	
Pastizal Cultivado	314.53	5	1572.66	
San Antonio Ocotlán	34.47	5	172.37	
Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia	495.96	7	3471.69	
Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia	875.89	7	6131.24	
Total, en la región	1736.78			
Total, superficie equivalente			11446.78	
Ci				

Fuente: SECIRA, 2021.

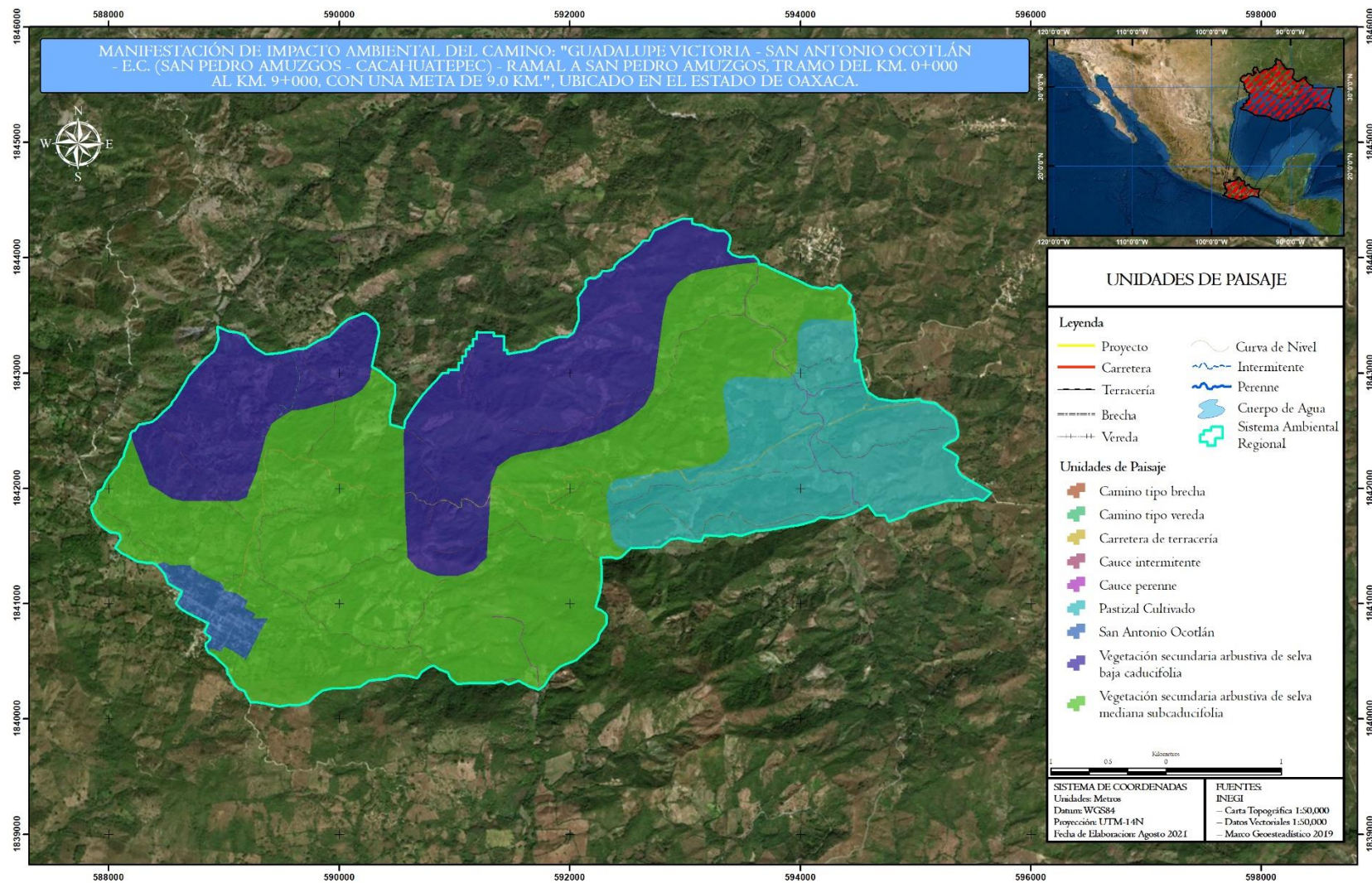
El 100% representa el indicador para la situación sin proyecto.

Imagen V. 13. Condición actual del Sistema Ambiental Regional con unidades de paisaje y sin proyecto con imagen en Google Maps.



Fuente: SECIRA, 2021.

Imagen V. 14. Condición actual del Sistema Ambiental Regional con unidades de paisaje y sin proyecto con imagen satelital.



A continuación, se realizará un análisis una vez ingresado el trazo 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 la carretera de terracería existente, es decir la mayor parte de los impactos más significativos ya fueron realizados con anterioridad al presente proyecto. Las siguientes son las unidades de paisaje que serán afectadas por el ingreso del trazo del proyecto:

**Tabla V. 45.** Afectación Total a las unidades de paisaje.

UNIDADES DE PAISAJE	ÁREA (HAS)	PORCENTAJE
Carretera de terracería	4.36	37.20%
Pastizal Cultivado	1.49	12.71%
Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia	1.03	8.79%
Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia	4.84	41.30%
<b>TOTAL</b>	<b>11.72</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: SECIRA, 2021.

Como se puede observar en la tabla anterior, las dos unidades más importantes por el ingreso del trazo del proyecto son: la vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia con 4.84 hectáreas que representan el 41.30% y la carretera de terracería ocupa el segundo sitio con 4.36 hectáreas que equivalen al 37.20%, le sigue el pastizal cultivado con 1.49 hectáreas que representan el 12.71%, finalmente, la vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia con 1.03 hectáreas que representan el 8.79% del SAR. La siguiente tabla evalúa la pérdida de estas unidades de paisaje:

**Tabla V. 46.** Ponderación regional a escala 1:10,000 una vez ingresado el proyecto.

UNIDADES AMBIENTALES	SUPERFICIE HA (SU)	SUPERFICIE ELIMINADA	SUPERFICIE REMANENTE	VALOR DE CONSERVACIÓN	SUPERFICIE EQUIVALENTE	ÍNDICE DE IMPACTO CON PROYECTO
Camino tipo brecha	0.97	0.00	0.97	5	4.85	87.45%
Camino tipo vereda	0.31	0.00	0.31	5	1.55	
Carretera de terracería	5.07	4.36	0.71	5	3.55	
Cauce intermitente	6.99	0.00	6.99	7	48.93	
Cauce perenne	2.59	0.00	2.59	7	18.13	
Pastizal Cultivado	314.53	1.49	313.04	5	1565.2	
San Antonio Ocotlán	34.47	0.00	34.47	5	172.35	
Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia	495.96	1.03	494.93	6	2969.58	
Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia	875.89	4.84	871.05	6	5226.3	
Total, en la región	1736.78	11.72	1725.06			
Total, Superficie Equivalente con Proyecto					10010.44	
Total, Superficie Equivalente sin Proyecto					11446.78	
<b>Ci</b>						

Fuente: SECIRA, 2021.

Esta aproximación fue hecha en SIG mediante una superposición de la huella de la propuesta de las obras propuestas para el Camino: "Guadalupe Victoria - San Antonio Ocotlán - E.C. (San Pedro Amuzgos - Cacahuatpec) - Ramal a San Pedro Amuzgos, Tramo del Km. 0+000 al Km. 9+000, con una meta de 9.0 Km.", ubicado en el Estado de Oaxaca.

**Tabla V. 47.** 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%	87.45%	12.55%	Compatible

---

Fuente: SECIRA, 2021.

Utilizando este tratamiento se presenta una diferencia de coeficientes del 12.55% 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 del camino ya existente, por ello el coeficiente de impacto indican la compatibilidad de esta modificación en el Sistema Ambiental Regional.

Imagen V. 15. Modernización de camino existente de terracería.

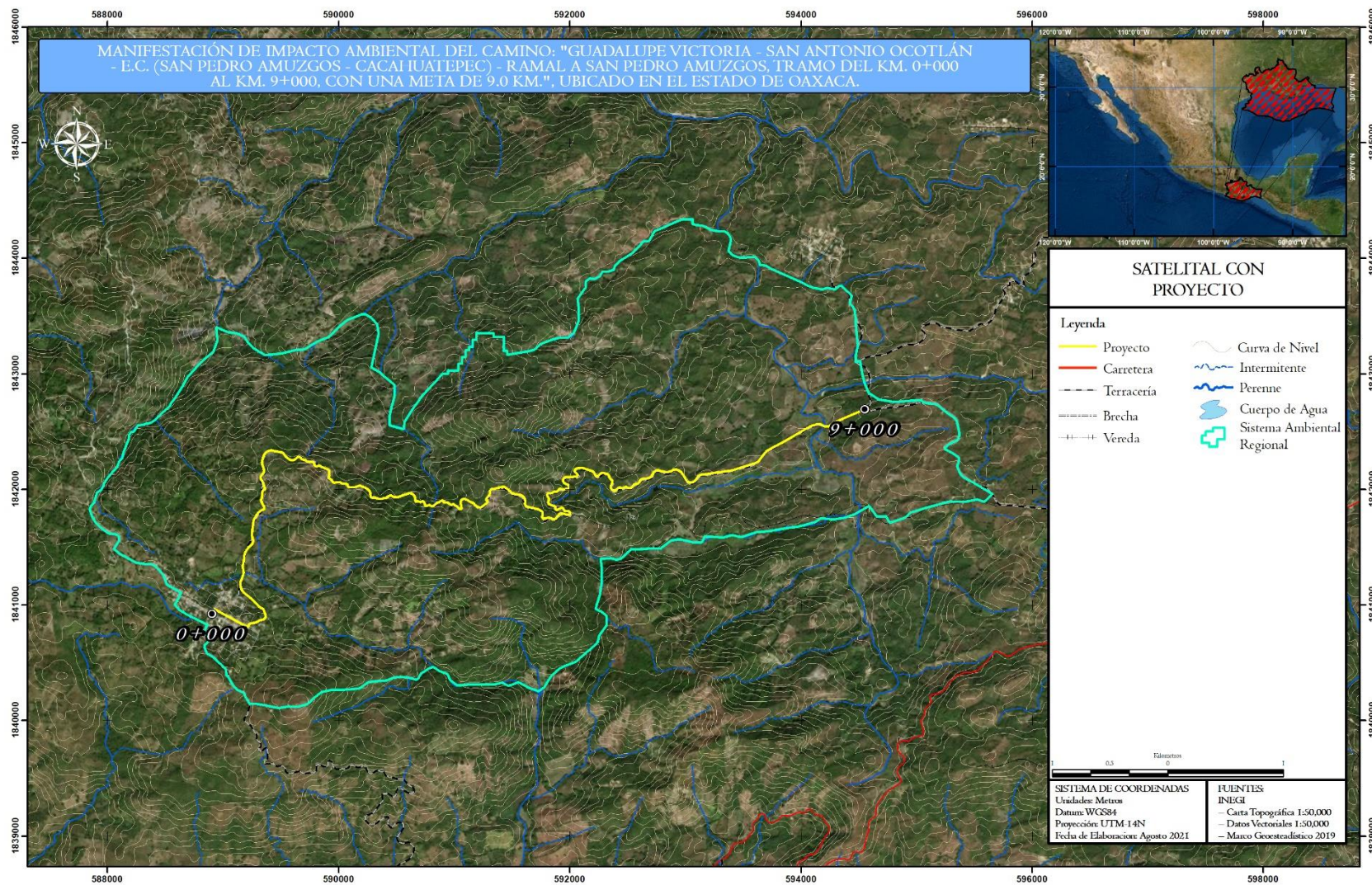
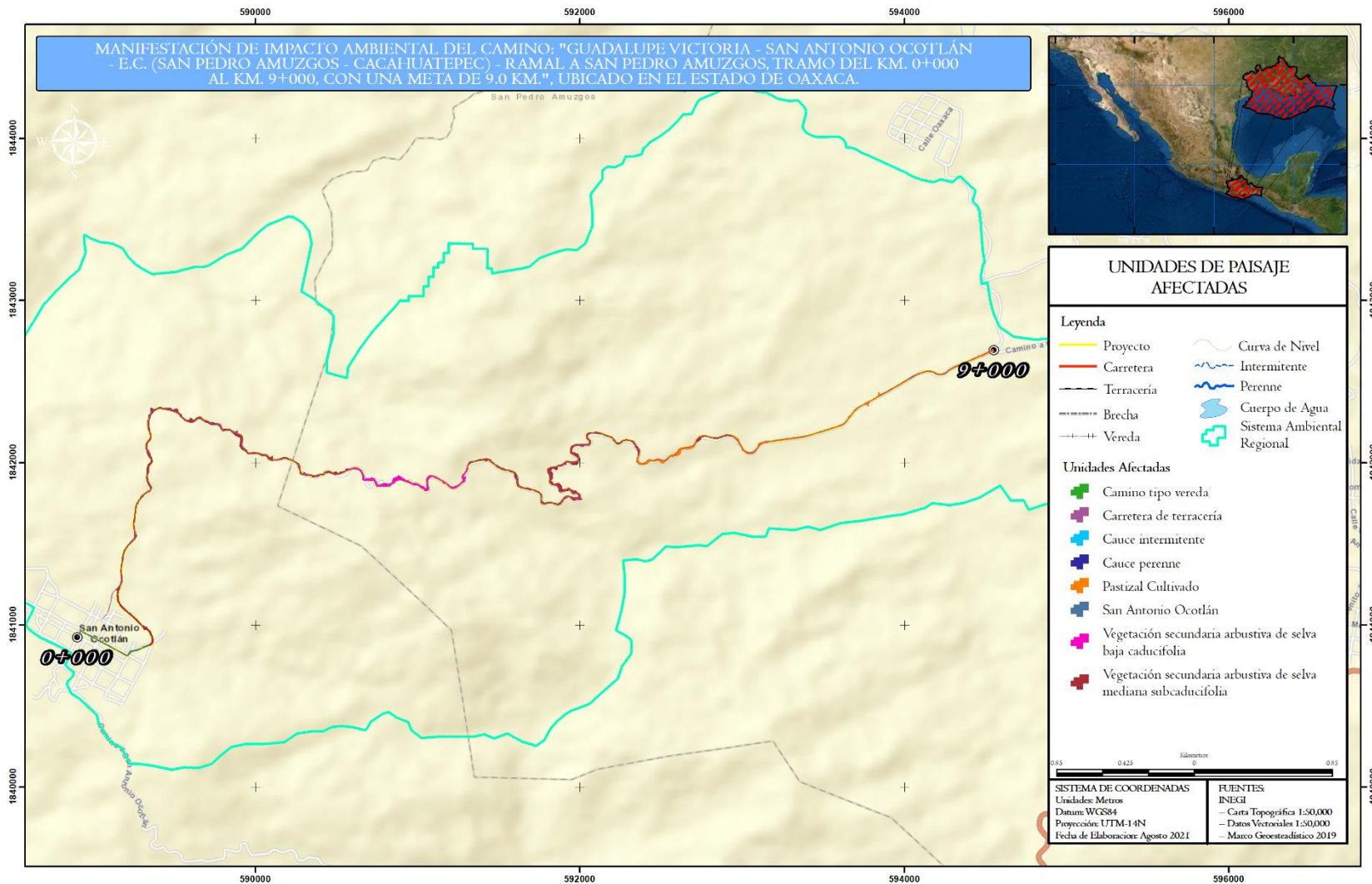


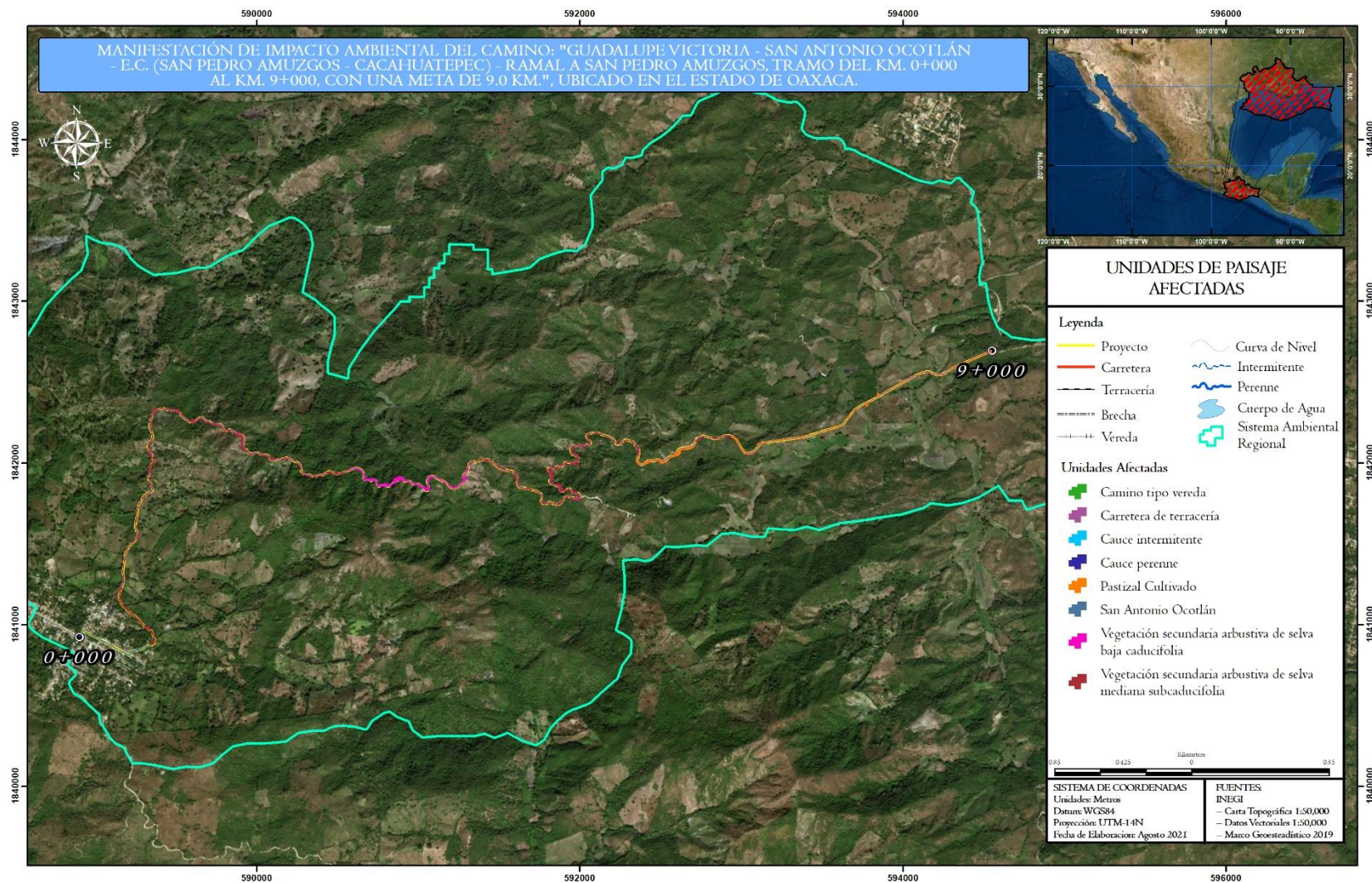


Imagen V. 16. Afectación a las unidades de paisaje del Sistema Ambiental Regional con proyecto con imagen Google Maps.



Fuente: SECIRA, 2021.

Imagen V. 17. Afectación a las unidades de paisaje del Sistema Ambiental Regional con proyecto con imagen satelital.



Fuente: SECIRA, 2021.

#### 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, entendiendo 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 se tiene que el Proyecto generará los siguientes impactos residuales negativos:

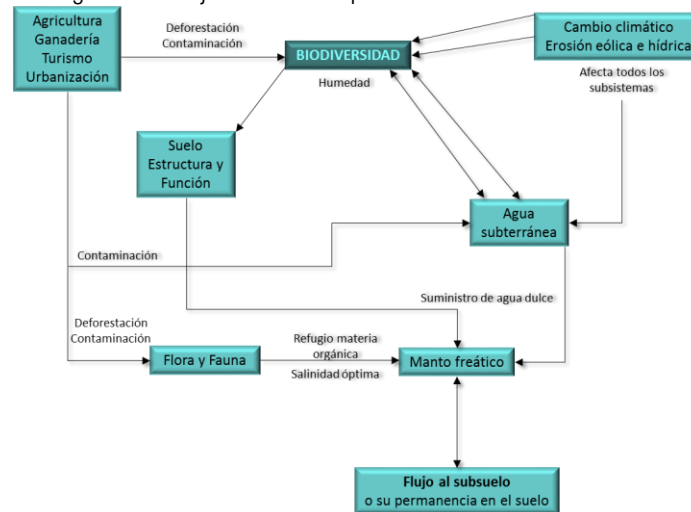
- a) Pérdida de cobertura vegetal y uso del suelo.
- b) Pérdida del hábitat.
- c) Pérdida de la estética del paisaje.
- d) Pérdida de las características geológicas y geomorfológicas.
- e) Pérdida de suelos, la excavación y nivelación modifican permanentemente el suelo.

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 aportaciones principalmente por flujos vehiculares.

#### SERVICIOS AMBIENTALES QUE PUDIERAN PONERSE EN RIESGO.

La Ley define a los **servicios ambientales** como los beneficios que brindan los ecosistemas forestales de manera natural o por medio del manejo forestal sustentable, que pueden ser servicios de provisión, de regulación, de soporte o culturales, y que son necesarios para la supervivencia del sistema natural y biológico en su conjunto, y que proporcionan beneficios al ser humano, (Art. 7, fracc LXI, Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable). Se define entonces como servicios ambientales a las condiciones y procesos naturales de los ecosistemas por medio de los cuales la naturaleza y el hombre obtienen algún beneficio. Estos servicios mantienen la biodiversidad y a la vez, ésta brinda servicios ambientales y la producción de bienes tales como alimento, agua, madera, combustibles y fibras, entre otros. Un ecosistema es el conjunto de interrelaciones entre componentes bióticos y abióticos, las interacciones generan procesos propios del sistema como el ciclo de materia y el flujo de energía; estos procesos son dinámicos y abiertos, algunos de ellos medibles en series de tiempo que pueden ser de carácter geológico. El flujo de energía a través de las especies que componen el sistema se estructura en forma espacial y temporal jerárquicamente en tiempo y espacio (Maass et al, 1995; en Martínez, 2003). La eficiencia y permanencia de los procesos depende de la biodiversidad de especies, es decir, la diversidad biológica de un ecosistema es variable. Por biodiversidad se entiende "la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otros, los ecosistemas terrestres y 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." (Artículo 3, fracción IV de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente). Es decir, es la variedad de vida en la Tierra en todos los niveles, desde genes hasta poblaciones mundiales de una misma especie; de comunidades de especies que comparten una misma pequeña área de un hábitat hasta ecosistemas mundiales. Cuando en una región existen diferentes ecosistemas, se entiende que dicha región está compuesta por subsistemas que establecen entre sí una serie de interacciones que en algunas ocasiones son recíprocas y en otras, constituyen servicios ambientales esenciales para el funcionamiento de otras partes del sistema. Estos servicios incluyen los de provisión, también llamados bienes; los de regulación, que modulan las condiciones en las cuales habitamos y realizamos nuestras actividades productivas; los culturales, que pueden ser tangibles o intangibles pero que dependen fuertemente del contexto sociocultural, y los de sustento, que son los procesos ecológicos básicos.

Imagen V. 18. Diagrama de flujo donde se representan las interacciones entre subsistemas.



Fuente: SECIRA, 2021.

El estudio del estado de los servicios ambientales de un ecosistema particular, está limitado por la cantidad de información disponible, la cual está en relación a la importancia relativa que dichos servicios representan para las comunidades humanas (Balvanera, 2009). De acuerdo a lo anterior, las políticas definidas por la autoridad ambiental federal para proteger la biodiversidad en diferentes niveles, considera en particular a los:

- \* **Ecosistemas** que se caracterizan por tener altos niveles de biodiversidad (riqueza de especies), elevado número de especies endémicas (bajo algún estatus de riesgo), importante flujo de especies migratorias; por su relevancia social a niveles económicos, culturales y científicos, y por ser la unidad de referencia en los procesos y ciclos bióticos y abióticos de nuestro planeta.
- \* **Especies y comunidades** que se encuentran bajo algún estatus de riesgo, aquellas que han sido domesticadas o cultivadas, también las que tienen un valor agregado del tipo médico, agrícola o social (económica, cultural o científica) y especies indicadoras (de deterioro o conservación).
- \* **Genotipos** que se refieren al linaje y continuidad de las especies lo cual conlleva un significado social, económico y/o científico.

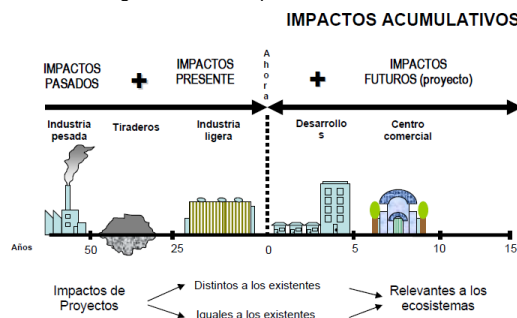
Con base en lo anterior, la riqueza biótica del área de cambio se describe con detalle en el apartado descriptivo y analítico del medio biótico (capítulo IV de este documento), asimismo, se destaca que el enfoque que se hace de este rubro se centra en la biodiversidad de especies y de ecosistemas, en virtud de que, debido a los alcances del presente estudio, no es posible y no existe información disponible de la biodiversidad a nivel genético. Con base en dicha información, la línea de base que define el **estatus de diversidad biológica bajo un enfoque ecosistémico**, equivale a asegurar que los ecosistemas funcionen saludablemente, por lo que al ser evaluados en los apartados correspondientes a fauna y a vegetación se utilizaron indicadores que reportaron proyecciones integrales, no precisadas por límites artificiales. El enfoque ecosistémico adoptado asume una perspectiva de largo plazo soportada en la determinación del estatus de "línea-base de biodiversidad" y en un manejo adaptativo, que considera la dinámica natural de los ecosistemas, lo incierto e impredecible de sus funciones, sus conductas y sus respuestas. Esta fue la estrategia central, con la cual se orientó la integración de este capítulo. Otra estrategia asumida corresponde al **uso sustentable de los recursos de la biodiversidad**, para ello, la identificación de los impactos ambientales consecuencia del cambio de uso de suelo en los terrenos forestales de las áreas se dirigió a identificar, proteger y promover el uso sustentable de los recursos bióticos, a fin de que se reconozcan los beneficios de la biodiversidad que provee soporte a sistemas esenciales para la vida y los servicios de ecosistemas; así como el

costo de reemplazar esos servicios. En una primera aproximación, la cuenca está formada por un grupo de subsistemas que interactúan entre sí, definidos de manera práctica por los tipos de vegetación tales como; bosque de oyamel, bosque de pino, bosque de pino-encino, bosque de encino, bosque de encino-pino, vegetación secundaria y diversos grados de conservación. Cada uno de estos componentes constituye una unidad funcional compleja que incluye sus propias comunidades biológicas y condiciones ambientales particulares. Los diferentes ecosistemas proporcionan un conjunto específico de servicios ambientales, y de la misma manera, entre ellos conforman un equilibrio individual. Por tal motivo es necesario particularizar en los servicios ambientales de los subsistemas en los cuales las áreas incidirán. Para la determinación del valor de los servicios ecosistémicos que proporcionan los subsistemas antes mencionados, particularmente los que serán afectados, se diseñó una metodología que considera el valor general de la calidad de los servicios ecosistémicos que ofrecen los mismos ecosistemas sin tomar en cuenta grado alguno de perturbación, es decir, se valoró la calidad de los ecosistemas prístinos en relación a los servicios ambientales que ofrecen. Por otro lado, se estimó la calidad ambiental de dichos subsistemas en base al mapa de antropización del noroeste del país, con lo que se obtuvo un valor del ecosistema en base a un coeficiente de antropización, sumado a la verificación realizada en campo y los valores de riqueza y diversidad de vegetación estimados. Finalmente, con ambos valores (valor general de la calidad de los servicios, valor máximo ideal en la unidad de análisis) y el valor antropizado del ecosistema (valor estimado de la unidad de análisis) se obtuvo el índice de la calidad de los servicios ambientales.

## 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 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.

Imagen V. 19. Impactos acumulados.



Considerando que las matrices de interacción y las listas de chequeo tienen como limitante principal la identificación y evaluación de impactos acumulativos, se debe destacar que éstos impactos fueron identificados, con la aplicación de los diferentes métodos empleada, con el juicio de expertos y la interpretación geográfica e incorporados como atributo a valorar para cada impacto en la matriz de Evaluación de Impactos Ambientales, tomando en cuenta la caracterización del SAR, de lo cual se identificaron los siguientes impactos acumulativos negativos, que fueron

evaluados en la matriz de Evaluación de Impactos Ambientales y que serán retomados para su análisis dentro de la descripción de impactos presentada a continuación:

- Pérdida mínima de cobertura vegetal.
- Alteración mínima de la geomorfología.
- Pérdida de una superficie reducida de suelo.
- 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 se tienen:

**Tabla V. 48.** Impactos identificados como acumulativos.

IMPACTO AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN	
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, si no se utiliza se promueven procesos de erosión en el sitio. Se pierde el hábitat.	Esta característica se presentará donde se amplía el derecho de vía de la carretera.
Alteración mínima del relieve (geomorfología)	Los cambios por las nivelaciones mediante excavaciones, compactaciones y nivelaciones del Proyecto son procesos que difícilmente se busca regresar a su condición inicial y son generalmente la base para obras específicas.	En la zona es necesario ocupar el derecho de vía de la vialidad
Pérdida puntual de suelos	La pérdida del suelo generada durante las actividades de excavaciones, nivelaciones, compactaciones y rellenos del Proyecto.	Se perderá las condiciones del suelo por la modificación del cambio del uso, como se mencionó anteriormente.
Reducción de la biodiversidad	Como consecuencia en forma continua, la pérdida de vegetación, de hábitat para la fauna, obliga que ésta sea ahuyentada a otras zonas, provocando su expulsión en el sitio específico de obra.	Como consecuencia de la pérdida de la vegetación y del suelo, así como del incremento de las actividades antropogénicas se pierde la flora y la fauna se desplaza. Se pierden los elementos que conforman el hábitat, sin embargo, es importante señalar que este proyecto generara mayores beneficios que impactos negativos por el objetivo que se le pretende alcanzar.
Disminución de hábitats	Como un efecto producto de la pérdida de vegetación, excavación y ahuyentado de la fauna, se pierden los espacios ocupados por las especies, en un proceso ecosistémico, se pierden los elementos que conforman al hábitat.	Como consecuencia de la pérdida 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, 2021.

## V.6. Conclusiones.

Al generar el proyecto, se proponen oportunidades de atender los accidentes viales y simultáneamente 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 sus procedimientos de preparación del sitio, construcción y operación 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 local y regional, que demanda este sector de la sociedad, 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 del camino existente de tipo terracería ampliando el ancho de los carriles, amén de algunas rectificaciones, ocupando la superficie del derecho de vía, con ello se busca incrementar y mejorar la comunicación y la seguridad para los vehículos que circulan por esta vía de comunicación, disminuyendo los riesgos y accidentes vehiculares.
- 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 en 5.88 ha, con afectación de 518 elementos vegetales, cabe señalar que estas especies no se encuentran en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- C. La mayoría de los impactos ambientales identificados serán de carácter puntual, temporales, reversibles y mitigables, con una escasa posibilidad de generar impactos significativos o acumulativos de importancia, dado que el impacto mayor ya fue realizado al construir la carretera de terracería existente.
- D. La obra por incorporar se integra a un escenario el cual ha sufrido alteraciones previas, como la construcción del camino de terracería actual, la sustitución y aprovechamiento de la cobertura vegetal de manera indiscriminada, esto debido principalmente por la deforestación existente en la región provocada principalmente por la presión ejercida por la apertura de áreas pecuarias, lo que provoca el desplazamiento de la fauna terrestre, aunado a la presencia humana por el uso de vías de comunicación y las zonas agropecuarias de la zona, aunado la cercanía a las localidades de San Pedro Amuzgos y San Antonio Ocotlán.
- 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 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 la intensificación de 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, de la integración del proyecto se tendrán una mayor seguridad y la disminución de la accidentabilidad en la región adyacente de esta zona federal.

- 
- 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 desde los puntos de vista ambiental, social y económico **ES FACTIBLE**.



## ÍNDICE GENERAL

<b>CAPÍTULO VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.</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>9</b>
Estrategias generales de mitigación	13
VI.1.1. Acciones de rescate y reubicación de flora.	16
VI.1.2. Acciones de protección y rescate de fauna.	18
VI.1.3 Acciones de restauración de áreas forestales ocupadas o afectadas temporalmente.	23
VI.1.4. Obras de restauración de suelos.	28
<b>VI.2. Agrupación de Impactos de Acuerdo con las Medidas de Prevención, Mitigación o Compensación Propuestas.</b>	<b>40</b>
<b>VI.3. Descripción de la Estrategia o del Sistema de Medidas de Mitigación.</b>	<b>42</b>
<b>VI.4. Programa de Vigilancia Ambiental.</b>	<b>44</b>
<b>VI.5. Seguimiento y Control (Monitoreo).</b>	<b>53</b>
<b>VI.6. Información necesaria para la fijación de montos para fianzas.</b>	<b>57</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 generales.	6
Tabla VI. 4. Medidas de mitigación por etapa, factor y componente.	7
Tabla VI. 5. Medidas de Mitigación para los impactos generados por las actividades del Proyecto.	9
Tabla VI. 6. Estrategias de mitigación para impactos negativos de acuerdo a la categoría de ecología.	13
Tabla VI. 7. Estrategias de mitigación para impactos negativos – Contaminación ambiental.	13
Tabla VI. 8. Estrategias generales de mitigación – Ecología.	13
Tabla VI. 9. Estrategias generales de mitigación – Contaminación ambiental.	14
Tabla VI. 10. Estrategias generales de mitigación - Aspectos estéticos.	15
Tabla VI. 11. Estrategias generales de mitigación - Aspectos de interés humano.	15
Tabla VI. 12. Acciones de protección de flora.	16
Tabla VI. 13. Repelentes químicos para el control de fauna silvestre (Hygnstrom, <i>et al.</i> , 1994)	21
Tabla VI. 14. Resumen de vegetación de probable de afectación debido al trazo del proyecto.	23
Tabla VI. 15. Personal necesario de acuerdo a las actividades que se realizan.	28
Tabla VI. 16. Agrupación de las medidas de mitigación, por tipo de impacto ambiental para el Proyecto.	40
Tabla VI. 17. Características de las medidas de mitigación del Proyecto.	42
Tabla VI. 18. Ejemplo de Plan de Manejo propuesto (Este se modificará conforme a las necesidades)	46
Tabla VI. 19. Seguimiento y control de las medidas generales.	54
Tabla VI. 20. Seguimiento y control de las medidas de mitigación.	54
Tabla VI. 21. Costos de referencia para compensación ambiental	57
Tabla VI. 22. Costo de la planta.	57
Tabla VI. 23. Salario mínimo en la zona del proyecto.	57
Tabla VI. 24. Número de plantas por hectárea.	57
Tabla VI. 25. Costo por hectárea, para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento.	58

---

Tabla VI. 26. Acuerdo por el que se establecen los niveles de equivalencia. ....	58
Tabla VI. 27. Información para montos de fianzas .....	60

### INDICE DE IMÁGENES

Imagen VI. 1. Orden que se seguirá el diseño de plantación. ....	38
Imagen VI. 2. Elementos del Programa de manejo y monitoreo ambiental.....	47

## CAPÍTULO VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.

Para identificar y evaluar los impactos ambientales, se identificaron los parámetros que presentaron cambios al insertar el proyecto, se puso especial atención a los cambios con valor negativo tomando relevancia aquellos que presentan una severidad del impacto. Para los impactos menores se proponen medidas de mitigación generales y para los clasificados como medios y altos se proponen medidas de mitigación especiales, o más puntuales, por lo que es de esta forma como se presentan las propuestas en este capítulo. Por otro lado, para la generación de las medidas de prevención y mitigación, además de las características observadas en campo descritas en capítulos anteriores, se tomó en cuenta la legislación aplicable al proyecto.

Las medidas propuestas se definen brevemente como sigue:

- a. Medidas Preventivas (Pr). Estas acciones evitan efectos previsibles de deterioro en el ambiente.
- b. Medidas de Remediación (Re). Estas acciones tienen como fin contrarrestar los efectos negativos provocados por las actividades del proyecto.
- c. Medidas de Rehabilitación (Rh). Son programas de conservación y cuidado que se deberán llevar a cabo una vez terminado el proyecto para conservar la estructura y funcionalidad del SAR.
- d. Medidas de Compensación (Cm). Estas medidas no evitan la aparición del efecto, pero contrapesa de alguna manera la alteración del factor, son aplicadas a impactos irrecuperables e inevitables.
- e. Medidas de Reducción (Rd). Con la aplicación de estas medidas los daños que se puedan ocasionar al ecosistema serán mínimos.

Es importante que todas las medidas de mitigación se realicen para garantizar que la ejecución del proyecto impacte lo menos posible al ecosistema, y que a mediano plazo pueda llevarse a cabo la implementación de las diferentes medidas de recuperación programadas. Las medidas preventivas adquieren gran relevancia porque su correcta ejecución evitará que ocurran ciertos impactos. Otras medidas que tienen gran importancia son aquellas que mitigarán el mayor número de impactos o los impactos más significativos. A continuación, se presenta una matriz en la que se establecen los compromisos a realizar para prevenir y/o mitigar los principales impactos ambientales de acuerdo a los componentes ambientales que podrían ser directa o indirectamente afectados durante la ejecución del proyecto. Así mismo en esta sección se presentan los componentes (impactos generados), cuya ejecución es prioritaria para lograr los objetivos de la manifestación en cuestión. Promoviendo la conservación y restauración ecológica; desarrollo comunitario y aprovechamiento de los recursos naturales; y capacitación.

### 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 región geográfica determinada; 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 diversas sustancias orgánicas, de color pardo y negrozco, que resultan de la descomposición y neoformación de materias de origen vegetal, de manera preponderante; tiene efecto sobre las propiedades físicas del suelo, formando agregados y dando estabilidad estructural, uniéndose a las arcillas, favoreciendo la penetración del agua y 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.	
	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 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, 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, recursos hídricos y elementos de la biodiversidad, que son los atractivos.

Fuente: SECIRA, 2021.

Enfocándonos específicamente en el proyecto, se puede mencionar que el tipo de vegetación forestal dentro del área del proyecto, así como el recurso suelo son los que mas impacto recibirán.

**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
	Alteración de la modulación o regulación climática
FLORA	Desaparición de la protección al suelo
FAUNA	Disminución de la abundancia
	Disminución de la abundancia
	Desplazamiento de individuos

Fuente: SECIRA, 2021.

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.

#### 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 identificados.

##### **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 precauciones para evitar derrames o escurrimientos de materiales, donde destaca asignar un lugar específico y adecuado (con base de cemento u otro material impermeable y resistente) para cambios de aceite y/o carga de combustible, así como efectuar el 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 a tomar para asegurar la conservación y protección del 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. 3. Medidas de mitigación generales.**

Medidas de manejo	
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 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 si se encuentran 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 de 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 despalle, se deben triturar los residuos vegetales depositando y mezclando con el suelo, en la zona adyacente o perimetral al proyecto, aguas arriba, para el enriquecer 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,
Medidas de prevención	
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.
Medidas de minimización	
16.	Desmontar únicamente sobre el sitio donde se construirá la obra.
17.	Despallar 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 generar 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, 2021.

Las medidas de mitigación por etapa y factor ambiental se presentan en la siguiente tabla.

**Tabla VI. 4. Medidas de mitigación por etapa, factor y componente.**

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR	MEDIDAS DE MITIGACIÓN
<b>PREPARACIÓN EL SITIO Y CONSTRUCCIÓN</b>		
<b>Aire</b>	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
<b>Geología y Geomorfología</b>	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.
<b>Suelo</b>	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	Aplicar riegos, en caso de ser estrictamente necesarios, durante la etapa de Preparación del sitio y Construcción, en el área del Proyecto.
<b>Hidrología superficial</b>	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.
<b>Vegetación</b>	Estructura y composición	Efectuar el Programa de rescate y reubicación de especies de flora. Efectuar el Programa de compensación ambiental.
<b>Fauna</b>	Abundancia y distribución de las comunidades	Ejecutar 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> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <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	Evitar la afectación de zonas que no sean indicadas para el Proyecto para realizar alguna actividad.
<b>Paisaje</b>	Calidad escénica	No afectar zonas que no sean destinadas para realizar alguna actividad que el Proyecto indique.
<b>OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO</b>		
<b>Aire</b>	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	
<b>Suelo</b>	Calidad del suelo	Elaborar e implementar 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.
<b>Hidrología superficial</b>	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 o en corrientes superficiales.

Fuente: SECIRA, 2021.



## VI.1. Descripción de la Medida o Programa de Medidas de la Mitigación o Correctivas por Componente Ambiental.

Las medidas de mitigación para el proyecto, se presentan en la siguiente tabla:

**Tabla VI. 5. Medidas de Mitigación para los impactos generados por las actividades del Proyecto.**

ACTIVIDAD DEL PROYECTO	MEDIDAS DE MITIGACIÓN A LOS IMPACTOS GENERADOS
<p><b>Nivelación y rellenos para terracerías.</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se intensifica el ahuyentamiento de la fauna, destacando las poblaciones de lento desplazamiento, como reptiles.</li> <li>2. Asegurar la estabilidad de las plataformas, combinando obras de ingeniería y la pronta integración de vegetación, para evitar deslizamientos de material que afecten la obra o integrar materiales a las corrientes hidrológicas.</li> <li>3. Aplicar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria y equipo pesado, asociado a un manejo integral de los residuos peligrosos y evitar la contaminación del suelo.</li> <li>4. Aplicar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos de transporte de carga utilizados, que deben contar con su verificación federal y cumplir con la normatividad vigente en materia de emisiones a la atmósfera.</li> <li>5. Prohibir y sancionar a los trabajadores que realicen acciones que afecten a la fauna silvestre y la vegetación, quienes primero debieron de haber recibido la capacitación ambiental en materia de protección de los recursos bióticos existentes.</li> <li>6. Permitir y favorecer durante todo el tiempo de obra y de forma permanente, el ahuyentamiento de la fauna, evitando su captura y muerte.</li> <li>7. Retirar todo el escombros y residuos de materiales de construcción del sitio, propiciando el retorno de condiciones naturales alrededor de la obra.</li> <li>8. Evitar la acumulación innecesaria de materiales en la cercanía de cauces hidrológicos, procediendo a su retiro, evitando la caída incidental en los cuerpos de agua.</li> <li>9. Mejorar las condiciones de drenaje superficial integrando drenajes y alcantarillas en los cruces con las líneas de escorrentía, para evitar las posibilidades de producir el potencial "efecto dique" a lo largo de las zonas planas de la trayectoria del Proyecto, así como evitar que se produzcan condiciones que pueden obstaculizar la movilidad de los organismos de la fauna silvestre de lento desplazamiento, como los reptiles, e incluso a los mamíferos.</li> <li>10. Evitar que permanezca la compactación del suelo, realizando acciones de escarificación en sitios donde hubo mucho paso de equipo y maquinaria pesada.</li> <li>11. Uso de sanitarios portátiles, arrendados a empresas especializadas y autorizadas, evitando la disposición directa de los residuos al cauce de los cuerpos de agua o en terrenos baldíos, responsabilizando a la empresa arrendadora a su adecuada disposición final.</li> </ol>
<p><b>Despalme.</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Establecer áreas definidas para almacenar y conservar la capa superficial de suelo natural removido, principalmente el que proviene de las zonas agrícolas, para ser mezclado posteriormente con residuos vegetales y reutilizado en actividades de rehabilitación ambiental, áreas verdes o revegetación. Es necesario remarcar que dentro del suelo se encuentran semillas en estado de latencia y microorganismos, que lo convierten en un excelente banco de germoplasma.</li> <li>2. Utilizar el suelo almacenado para la rehabilitación de sitios degradados, incluso en sitios alejados de la zona de obra, como los terrenos de los bancos de material y zonas erosionadas, que posee particular interés para la conservación en la región.</li> <li>3. Utilizar el material despalmado como base o arripe final de los terraplenes o cunetas o en su defecto sobre las terrazas de las corrientes hidrológicas.</li> <li>4. La empresa constructora debe aplicar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo a la maquinaria, equipo pesado y vehículos, asociado a un manejo integral de los residuos peligrosos y evitar la contaminación del suelo.</li> <li>5. Evitar la caída de materiales a los cuerpos de agua presente, estableciendo un distanciamiento o una barrera física, de protección entre el área de trabajo y la zona del cauce.</li> <li>6. Uso de sanitarios portátiles, arrendados a empresas especializadas y autorizadas, en relación de uno por cada 20 trabajadores, evitando la disposición directa de los residuos al cauce de arroyos intermitentes o en terrenos baldíos, responsabilizando a la empresa arrendadora a su adecuada disposición final.</li> </ol>
<p><b>Construcción de los Terraplenes</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Delimitar estrictamente la superficie a afectar para la construcción de los terraplenes.</li> <li>2. Asegurar la estabilidad de los terraplenes, evitando deslizamientos de material que puedan alterar la integridad mecánica aguas debajo de los taludes del terraplén.</li> <li>3. Realizar durante la época de sequía la construcción de terraplenes y plataformas para cruzar las corrientes hidrológicas.</li> </ol>

ACTIVIDAD DEL PROYECTO	MEDIDAS DE MITIGACIÓN A LOS IMPACTOS GENERADOS
	<ol style="list-style-type: none"> <li>4. Prohibir y sancionar a los trabajadores que realicen acciones que afecten a la fauna silvestre y la vegetación existente.</li> <li>5. Proteger el derecho de vía con la incorporación de un sustrato fértil y semillas de gramíneas.</li> <li>6. Establecer controles y límites máximos de velocidad en el trazo de la carretera, sobre todo en la zona urbana, para atender los nodos conflictivos.</li> <li>7. Integrar suficientes fantasmas, vallas de contención, señalamientos informativos y preventivos en toda la trayectoria del Proyecto.</li> <li>8. Integrar señalamientos y reductores de velocidad para evitar las posibilidades de accidentes y colisiones vehiculares con el cruce de carretera existente, debido a la potencial afluencia vehicular que habrá de circular por el trayecto del Proyecto.</li> <li>9. Retirar todo el escombros y residuos de materiales de construcción del sitio, propiciando el retorno de condiciones naturales alrededor de la obra.</li> <li>10. Aplicar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos de carga utilizados, que deben contar con su verificación federal y cumplir con la normatividad vigente en materia de emisiones a la atmósfera.</li> <li>11. Evitar las caídas y deslizamientos de materiales ladera abajo, que puede incidir en la obras y de manera especial en el cauce del cuerpo de agua, e incrementar temporalmente los sólidos en suspensión, procediendo a su retiro en caso de una caída incidental.</li> <li>12. Incluir obras de drenaje y subdrenaje que puedan servir como cruce de la fauna silvestre y evitar la creación de una barrera física que pudiera modificar el drenaje superficial, o fungir como barrera a la fauna silvestre.</li> <li>13. La empresa constructora debe prohibir a los conductores ocasionar afectaciones a la fauna silvestre y vegetación existente a lo largo de la zona de obra del Proyecto.</li> <li>14. Durante la temporada de sequía o cuando se genere una gran cantidad de polvos, es importante regar la zona de trabajo.</li> <li>15. La empresa constructora debe integrar suficientes señalamientos informativos y preventivos a lo largo de toda la ruta recorrida por los vehículos de carga y realizar su mantenimiento periódico.</li> <li>16. Establecer límites de velocidad a vehículos pesados, sobre todo en la cercanía de las Zonas Urbanas.</li> <li>17. La circulación y el tránsito de los vehículos de carga deben cumplir con la exigencia de cubrir con lona la caja y respetar los límites de velocidad, principalmente en zonas urbanas.</li> <li>18. Se debe contar con un programa de manejo integral de estos residuos especiales, dando cumplimiento a la legislación y normatividad vigente.</li> <li>19. Integrar medidas adicionales como incluye el encauzamiento y revestimiento de la línea principal de drenaje de las corrientes intermitentes, garantizando una buena dinámica hidrológica.</li> <li>20. La empresa constructora debe contar con un programa de manejo de residuos domésticos, integrado al programa integral de residuos, con bitácora, donde se especifique el lugar de almacenamiento temporal y el sitio autorizado para la disposición final. Lo anterior debe incluir la colocación de contenedores en el sitio de obra y su transporte y conducción al relleno municipal. Así mismo debe indicar si se realizarán acciones de reciclaje de residuos, bajo su responsabilidad.</li> <li>21. La empresa constructora debe contar con su registro como generador de residuos peligrosos, así como un programa de manejo de residuos peligrosos, bitácora autorizada y registrada ante la SEMARNAT, sitio de almacenamiento temporal y contrato con la empresa especializada que dará disposición final de los residuos peligrosos.</li> <li>22. Uso de sanitarios portátiles, arrendados a empresas especializadas y autorizadas, evitando la disposición directa de los residuos al cauce de los arroyos intermitente ubicados en el SAR.</li> </ol>
Desmonte de la vegetación.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Establecer un programa para la recuperación de material vegetativo y germoplasma de las zonas afectadas para su posterior utilización en un programa de revegetación, considerando las especies aprovechadas por la fauna silvestre y de interés especial.</li> <li>2. Diseñar un programa de protección y propagación de especies vegetales para la protección y mejoramiento de hábitat a lo largo de la trayectoria del Proyecto, que incluya su reproducción y establecimiento en campo, para compensar el derribo o movimiento de vegetación, donde se puede integrar organismos de la vegetación local.</li> <li>3. Retirar y/o reubicar la vegetación de manera selectiva, iniciar con vegetación de interés ecológica en caso de encontrarse y de organismos que permitan garantizar su sobrevivencia durante su movimiento.</li> <li>4. Eliminar la vegetación de forma manual, mediante el uso de motosierra y con un derribo direccional, siempre dirigido hacia el interior del derecho de vía, nunca utilizar maquinaria o sustancias químicas.</li> <li>5. Retirar la vegetación siempre de manera selectiva, iniciar con la vegetación de uso comercial y de interés para los pobladores o dueños de los predios, posteriormente retirar la vegetación restante.</li> <li>6. Realizar el troceo de especies suculentas y arbustos en el lugar de caída; posteriormente retirar y triturar la vegetación para mezclarla con el material edáfico derivado del despalle e incorporar esta mezcla en zona de interés, como áreas verdes, sitios degradados o áreas de rehabilitación o mejoramiento ambiental, por</li> </ol>

ACTIVIDAD DEL PROYECTO	MEDIDAS DE MITIGACIÓN A LOS IMPACTOS GENERADOS
	<p>ejemplo, taludes y derechos de vía habilitados para el desarrollo del proyecto, sin que obstaculicen las acciones de operación y mantenimiento proyectadas.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>7. Evitar la quema de residuos vegetales o residuos domésticos en la zona de trabajo o en la cercanía.</li> <li>8. Compensar la vegetación que haya sido eliminada integrando nuevos individuos en otros sitios, como áreas verdes, sitios con signos de deterioro, incluso ubicados fuera de la trayectoria del trazo o zona de obra, o en áreas que se encuentren en proceso de recuperación ecológica, como en sitios del banco de extracción de materiales, donde será necesario proceder a su rehabilitación ecológica, bajo la responsabilidad del dueño del banco de materiales.</li> <li>9. Favorecer la integración de la vegetación, depositando suelo y material vegetal en la superficie adyacente de las zonas de obra, partes bajas de los cortes, taludes de los terraplenes y zonas con signos de deterioro, dado que el suelo funciona como un banco de germoplasma vegetativo.</li> <li>10. Realizar, al finalizar los trabajos, una campaña de revegetación con especies locales y con la población local, a todo lo largo de la zona de obra, asegurando su sobrevivencia mediante su mantenimiento respectivo.</li> <li>11. Uso de sanitarios portátiles, arrendados a empresas especializadas y autorizadas, al menos uno por cada 20 trabajadores, garantizando el manejo adecuado de los residuos.</li> </ol>
<p><b>Colocación de base y subbase.</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Programar estas actividades durante la temporada de estiaje, para evitar las avenidas de agua que obstaculizarían y pueden poner en riesgo a los trabajadores y el desarrollo de la obra.</li> <li>2. Evitar la caída de materiales al cauce de las corrientes hidrológicas, ya que pudiera provocar taponamientos y alteraciones de la dinámica hidrológica.</li> <li>3. Realizar los trabajos, asegurando el tráfico libre y seguro de la población y visitantes que tienen la necesidad de cruzar la zona de obra, incluyendo vigilancia en días de trabajo y señalamientos suficientes en días de descanso, reforzadas con señalamientos luminosos durante la noche.</li> <li>4. Evitar el "efecto dique" de la base y sub base, que pudiera provocar zonas de inundación estacional o afectar el drenaje superficial. Se debe integrar líneas de drenajes en las zonas bajas y adyacentes de la base y sub base, para evitar erosión y socavaciones de sus bases y líneas de escorrentía y simultáneamente garantizar el escurrimiento y dinámica hidrológica superficial.</li> <li>5. Establecer como una actividad cotidiana, durante todo el tiempo en el trazo del proyecto, el promover el ahuyentamiento de la fauna y la reubicación de nidos y madrigueras.</li> <li>6. Establecer prohibiciones estrictas y sanciones para evitar acciones, por parte de los trabajadores, que afecten a la fauna silvestre y vegetación.</li> <li>7. La empresa constructora debe otorgar y comprobar la capacitación ambiental permanente y periódica al personal integrado en todas estas actividades.</li> <li>8. Dotar de equipo de protección personal y vigilar su adecuado uso, así como incluir letreros donde se señalen las prohibiciones necesarias para evitar algún tipo de accidente.</li> <li>9. Integrar medidas adicionales durante la temporada de lluvias, para evitar las afectaciones potenciales de ocasionales escorrentías torrenciales extremas sobre el gasto del cuerpo de agua presente, incluyendo el conocimiento de los gastos máximos de las avenidas máximas.</li> <li>10. Retirar inmediatamente todos los materiales sobrantes de la obra, así como los residuos y favorecer el retorno de la vegetación alrededor de la obra.</li> <li>11. Si las actividades se realizan durante la temporada de sequía o se propicie la generación de una gran cantidad de polvos, es importante regar las áreas de trabajo.</li> <li>12. Los residuos de asfalto, lubricantes y aceite, pueden ser reutilizados dentro del mismo asfalto requerido. En caso de que no sea posible su reutilización, deben incorporarse al programa integral de residuos peligrosos.</li> <li>13. Prohibir acciones que afecten a la fauna silvestre y la vegetación existente, como el uso de fuego para eliminar la vegetación, eliminar residuos domésticos o la cocción o calentamiento de alimentos.</li> <li>14. Al concluir las actividades asociadas al proyecto se debe retirar la maquinaria y equipo, evitando la caída accidental de contaminantes al suelo.</li> <li>15. Desarrollar un programa de manejo de residuos domésticos y residuos peligrosos, con la bitácora respectiva, asegurando su almacenamiento temporal y la disposición final por una empresa autorizada.</li> <li>16. Lo anterior incluye contar con su registro de generador de residuos peligrosos de la empresa constructora ante la SEMARNAT, así como contar con los manifiestos de generación de residuos peligrosos debidamente actualizados y registrados, en el lugar de trabajo.</li> <li>17. Uso de sanitarios portátiles, arrendados a empresas especializadas y autorizadas, en relación de uno por cada 20 trabajadores, garantizando la disposición adecuada de los residuos generados.</li> </ol>
<p><b>Instalación de infraestructura de apoyo</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Contar y aplicar un programa integral de residuos, tanto domésticos como peligrosos y de manejo especial.</li> <li>2. Otorgar capacitación ambiental a todos los trabajadores del proyecto, incluso a quienes permanezcan en los campamentos o trabajen como vigilantes.</li> <li>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 fauna, incluyendo a la vegetación existente.</li> <li>4. Colocación de señalamientos preventivos para salvaguardar la fauna y flora silvestre.</li> </ol>

ACTIVIDAD DEL PROYECTO	MEDIDAS DE MITIGACIÓN A LOS IMPACTOS GENERADOS
	<ol style="list-style-type: none"> <li>5. Dotar de equipo de protección personal y vigilar su adecuado uso, así como incluir letreros donde se señalen las prohibiciones necesarias para evitar algún tipo de accidente.</li> <li>6. Retirar inmediatamente todos los materiales sobrantes de la obra, así como los residuos y favorecer las condiciones para el retorno de la vegetación alrededor de la obra.</li> <li>7. Escarificar los terrenos que serán utilizados, para favorecer el retorno de la cubierta vegetal.</li> <li>8. Utilizar sanitarios portátiles, uno por cada 20 trabajadores, arrendados a empresas especializadas y autorizadas.</li> <li>9. En todos los frentes de trabajo y a lo largo de toda la trayectoria del proyecto, habrá la generación de residuos de obra, tales como concreto, pintura, asfalto, materiales gravosos, agua para la compactación, restos de soldadura, residuos metálicos, entre otros elementos sobrantes, así como aceites gastados y lubricantes, considerados como residuos peligrosos, derivados de su uso para el mantenimiento preventivo y correctivo de maquinaria y vehículos. Se debe contar con un programa de manejo integral de residuos, dando cumplimiento a la legislación y normatividad vigente.</li> </ol>
<b>Obras de Drenaje y subdrenaje</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Evitar la modificación el patrón normal de escorrentía, que puede provocar una serie de cambios en la dinámica hidrológica ("efecto dique") y afectaciones por procesos de inundación en terrenos adyacentes.</li> <li>2. Integrar en las obras de drenaje y subdrenaje cruces de la fauna, con un cubierta de gramineas en los bordes y taludes del drenaje, conformando un estrato herbáceo que proteja a la fauna menor de sus depredadores</li> <li>3. En terrenos donde haya escurrimientos intermitentes, se debe integrar un drenaje eficaz de conducción del agua superficial y su escorrentía.</li> </ol>
<b>Compactación</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos y maquinaria pesada utilizada, con el respectivo programa de manejo de residuos peligrosos.</li> <li>2. Aplicar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos de carga utilizados, que deben contar con su verificación federal y cumplir con la normatividad vigente en materia de emisiones a la atmósfera.</li> <li>3. Otorgar capacitación ambiental a los operadores de maquinaria y equipo pesado, previo al inicio de sus actividades en los distintos frentes de trabajo.</li> <li>4. Prohibir acciones que afecten a la fauna silvestre y la vegetación por parte de los operadores.</li> <li>5. Al término de la obra, restituir las características originales de los caminos utilizados, para regresar a sus usos originales; en caso de accesos provisionales que sean demandados por la población local, darle un mantenimiento final y dejar la conservación a los usuarios.</li> <li>6. Desarrollar un programa de manejo de residuos domésticos y residuos peligrosos, con la bitácora respectiva, asegurando su almacenamiento temporal y la disposición final por una empresa autorizada.</li> <li>7. Lo anterior incluye contar con su registro de generador de residuos peligrosos de la empresa constructora ante la SEMARNAT, así como contar con los manifiestos de generación de residuos peligrosos debidamente actualizados y registrados, en el lugar de trabajo.</li> <li>8. Previo a la temporada de lluvias, dar mantenimiento preventivo a los caminos de acceso existentes, para evitar la erosión o denudación de la superficie de rodamiento, así como la socavación ocasionada por corrientes hidrológicas superficiales temporales.</li> <li>9. Utilizar sanitarios portátiles, uno por cada 20 trabajadores, arrendados a empresas especializadas y autorizadas.</li> </ol>

Fuente: SECIRA, 2021.

Adicionalmente a las medidas antes enlistadas el proyecto deberá de contemplar la realización de los siguientes programas: Los programas que a continuación se enlistan se deberán de adecuar y presentar como medidas de mitigación para que se han evaluados por la SEMARNAT, los cuales contendrán los criterios, metodologías y procedimientos, para la correcta ejecución de las acciones necesarias. -

- ✓ Programa de rescate y reubicación de flora.
- ✓ Programa de rescate y reubicación de fauna y propuestas para paso de fauna.
- ✓ Programa de reforestación y/o restauración ecológica.
- ✓ Programa de conservación de suelos.
- ✓ Plan de manejo y monitoreo ambiental que incluya las medidas de mitigación contenidas en la MIA-R, Términos y Condicionantes y los programas anteriores.
- ✓ Estudio Técnico Económico para la valoración del monto de la garantía, de acuerdo a los Artículos 51 y 52 del reglamento en materia de la Evaluación del Impacto Ambiental de la LGEEPA.
- ✓ Programa de Residuos.

De tal manera que se dé 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 a la categoría y parámetro ambiental afectado.

### Ecología.

**Tabla VI. 6.** 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 requerirá que el supervisor ambiental junto con los especialistas sectoriales verifique que se siga esta 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, 2021.

### Contaminación.

**Tabla VI. 7.** 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, 2021.

### 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. 8.** 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 al 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

Prevenición	Monitoreo y rescate de herpetofauna previo a las actividades de preparación del sitio y durante la construcción	<p><u>Duración:</u> etapa de preparación del sitio y construcción</p> <p><u>Recursos:</u> Biólogo especialista en herpetofauna + auxiliar</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental +residente de obra</p>
-------------	---	--

Fuente: SECIRA, 2021.

Tabla VI. 9. Estrategias generales de mitigación – Contaminación ambiental.

CONTAMINACIÓN DEL AGUA		
TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
Prevenición	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	<p><u>Duración:</u> planeación previa al inicio de las actividades</p> <p><u>Recursos:</u> ninguno</p> <p><u>Responsable:</u> empresa constructora</p>
Prevenición	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	<p><u>Duración:</u> todo el tiempo que dure el proyecto</p> <p><u>Recursos:</u> contratación de empresa local para este servicio</p> <p><u>Responsable:</u> supervisor ambiental y empresa constructora</p>
Prevenición	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.	<p><u>Duración:</u> Durante las actividades de preparación del sitio y hasta que sea utilizado en la formación de terraplenes y/o arropes</p> <p><u>Recursos:</u> ninguno</p> <p><u>Responsable:</u> supervisor ambiental +residente de obra</p>
CONTAMINACIÓN DEL SUELO		
TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
Prevenición	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.	<p><u>Duración:</u> todo el tiempo que dure la obra</p> <p><u>Recursos:</u> ninguno</p> <p><u>Responsable:</u> supervisor ambiental +residente de obra</p>
Remediación	Remover el suelo donde hayan ocurrido derrames de combustibles y/o aceites para su entrega a una empresa autorizada para su manejo	<p><u>Duración:</u> construcción y limpieza del sitio</p> <p><u>Recursos:</u> herramienta menor (pala, carretillas) y personal</p> <p><u>Responsable:</u> supervisor ambiental</p>
Reducción	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	<p><u>Duración:</u> Preparación del sitio, construcción, limpieza del sitio</p> <p><u>Recursos:</u> Se recomiendan tambos con tapa, que son de costo moderado y un confinamiento temporal con techo y piso</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental</p>
Reducción	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 SEMARNAT	<p><u>Duración:</u> Preparación del sitio, construcción, limpieza del sitio</p> <p><u>Recursos:</u> Tambos con tapa rotulados, almacén con suelo impermeable y extintor y la contratación de una empresa autorizada para su manejo.</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental</p>
Prevenición	Los sobrantes de mezcla asfáltica deben recogerse y en retornarse a la planta de asfalto, para su reciclado o disposición definitiva.	<p><u>Duración:</u> Construcción y limpieza del sitio</p> <p><u>Recursos:</u> Se requerirá mano de obra y herramienta menor (pala, carretilla), ya considerada dentro del material requerido para el proyecto</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental +residente de obra</p>
Prevenición	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.	<p><u>Duración:</u> Preparación del sitio, construcción, limpieza del sitio</p> <p><u>Recursos:</u> Tambos con tapa rotulados, almacén con suelo impermeable y extintor y la contratación de una empresa autorizada para su manejo.</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental</p>

Fuente: SECIRA, 2021.

**Tabla VI. 10. Estrategias generales de mitigación - Aspectos estéticos.**

PAISAJE Y CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS		
TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
Prevenición	Evitar que los vehículos de acarreo circulen con exceso de carga	<u>Duración:</u> actividades de acarreo (aprox. 4 meses) <u>Recursos:</u> ninguno <u>Responsable:</u> supervisor ambiental
Prevenición	Realizar mantenimiento preventivo de la maquinaria y los vehículos de acarreo, para evitar emisión de gases contaminantes mayores a los límites permitidos en la normatividad correspondiente: 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
Remediación	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
Prevenición	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"
Prevenición	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"
Reducción	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 del camino

Fuente: SECIRA, 2021.

**Tabla VI. 11. 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 instalación de 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 instalación de 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., dependiendo de la actividad a realizar <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 operador del camino
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 del sitio y construcción <u>Recursos:</u> equipo para combustible <u>Responsable:</u> supervisor ambiental +residente de maquinaria

Fuente: SECIRA, 2021.

### VI.1.1. Acciones de rescate y reubicación de flora.

Tabla VI. 12. Acciones de protección de flora.

ACCIONES DE PROTECCIÓN DE FLORA					
No.	ACTIVIDAD	PROCEDIMIENTOS POR APLICAR	UMBRAL DE ALERTA	UMBRAL INADMISIBLE	ACCIONES PREVENTIVAS Y/O CORRECTIVAS
1	Extracción y rescate de especies	Extracción de arbustos de hasta 1.50 m de altura y 10 cm diámetro a la altura del pecho, incluye excavación, preparación y protección del organismo, teniendo énfasis en aquellas especies que se encuentren bajo estatus de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010..y/o de alto valor biológico-ecológico y biológico-económico o con potencial debido a su interés económico o uso.	No llevar a cabo las inspecciones y mantenimiento en los periodos establecidos	Mortandad de especies en el sitio de rescate.	Revisión de las técnicas de rescate y aplicar las medidas necesarias para su correcta ejecución.
		Traslado al vivero de organismos extraídos.	No llevar a cabo las inspecciones y mantenimiento en los periodos establecidos	Mortandad de especies en el sitio de rescate.	Revisión de las técnicas de rescate y aplicar las medidas necesarias para su correcta ejecución.
2	Localización de especies susceptibles de rescate y reubicación.	A lo largo del trazo del proyecto se encuentra sitios que presentan diferentes condiciones respecto a su calidad ambiental, de tal forma que solo son considerados aquellos que presentan una condición más natural, y se discriminan las áreas agrícolas y zonas urbanas, las especies susceptibles de ser rescatadas se localizan en varias secciones del trazo, la cual se obtienen mediante su ubicación geográfica.	No llevar a cabo las inspecciones y mantenimiento en los periodos establecidos	Mortandad de especies en el sitio de rescate.	Revisión de las técnicas de rescate y aplicar las medidas necesarias para su correcta ejecución.
3	Construcción de vivero	Colocación de cerca de 2.20 m. de altura con malla ciclónica de 5 x 5 cm. cal 10 incluye: postes de arranque, línea superior e inferior, fijación mano de obra, equipo y herramienta.	No llevar a cabo la supervisión para la ejecución de la obra.	Colocación de especies vegetales en un sitio que no cumpla con las especificaciones de un vivero	Sanciones administrativas al contratista y seguimiento hasta la correcta ejecución de la obra.
4	Construcción de caseta de vigilancia –bodega (4.00 x 3.00)	Colocación de firme de 12 cm. de espesor, de concreto f'c=200 kg/cm <sup>2</sup> acabado con llana metálica armado con varilla de 3/8" en ambos sentidos, incluye: materiales acarreo, preparación de superficie, nivelación, mano de obra, equipo y herramienta.	No llevar a cabo la supervisión para la ejecución de la obra.	No llevar a cabo la obra física	Sanciones administrativas al contratista y seguimiento hasta la correcta ejecución de la obra.
		Colocación de muro de 9.5 cm. de dos caras a base de paneles de yeso para exteriores de 16 mm. de espesor, incluye: estructura a base de postes y canales, punteado con pasta y cinta para exteriores, atomillado a cada 30 cm. sobre los poste, mano de obra, equipo y herramienta.	No llevar a cabo la supervisión para la ejecución de la obra.	No llevar a cabo la obra física	Sanciones administrativas al contratista y seguimiento hasta la correcta ejecución de la obra.
		Colocación de lámina pintor r-101, cal. 24, en cubierta metálica, incluye: materiales, acarreo, elevación, fijación, mano de obra, equipo y herramienta.	No llevar a cabo la supervisión para la ejecución de la obra.	No llevar a cabo la obra física	Sanciones administrativas al contratista y seguimiento hasta la correcta ejecución de la obra.
		Colocación de ventana de 0.90x0.90 m. de aluminio prefabricada, con cristal claro de 3 mm, incluye: materiales, mano de obra, equipo y herramienta.	No llevar a cabo la supervisión para la ejecución de la obra.	No llevar a cabo la obra física	Sanciones administrativas al contratista y seguimiento hasta la correcta ejecución de la obra.
		Colocación de puerta de tambor de 1.00 x 2.10 m. con triplay de pino de 6 mm. y bastidor de madera de pino de primera con peñazos a cada 30 cm. en ambos sentidos, incluye marco sencillo de madera de pino con chambranas, bisagras latonadas, acabado barniz natural, materiales, acarreo, cortes, desperdicios, habilitado, fijación, mano de obra, equipo y herramienta.	No llevar a cabo la supervisión para la ejecución de la obra.	No llevar a cabo la obra física	Sanciones administrativas al contratista y seguimiento hasta la correcta ejecución de la obra.
5	Mantenimiento del vivero	Asignar personal para realizar las actividades de mantenimiento del vivero.	No llevar a cabo las inspecciones y mantenimiento en los periodos establecidos	Disminución sensible de especies vegetales.	Revisar las causas de mortandad, revisar las acciones realizadas. Reforzar la supervisión de las actividades de mantenimiento del vivero.
6	Construcción del área de germinación.	Colocación de estructura metálica (canal monten), para grandes volúmenes, incluye: materiales, acarreo, cortes, trazo, habilitado, soldadura, aplicación de primer	No llevar a cabo la supervisión para la ejecución de la obra.	No llevar a cabo la obra física	Sanciones administrativas al contratista y seguimiento hasta la correcta ejecución de la obra.



No.	ACTIVIDAD	ACCIONES DE PROTECCIÓN DE FLORA			ACCIONES PREVENTIVAS Y/O CORRECTIVAS
		PROCEDIMIENTOS POR APLICAR	UMBRAL DE ALERTA	UMBRAL INADMISIBLE	
		anticorrosivo, montaje, mano de obra, equipo y herramienta.			
		Colocación de lámina 100% acrílica para cubierta, incluye: materiales, acarreo, elevación, fijación, sellado, mano de obra, equipo y herramienta.	No llevar a cabo la supervisión para la ejecución de la obra.	No llevar a cabo la obra física	Sanciones administrativas al contratista y seguimiento hasta la correcta ejecución de la obra.
		Colocación de pintura de esmalte 100 de la marca COMEX, en estructura de perfiles pesados, aplicada con compresora, a dos manos, incluye: preparación de la superficie, materiales, mano de obra, equipo y herramienta.	No llevar a cabo la supervisión para la ejecución de la obra.	No llevar a cabo la obra física	Sanciones administrativas al contratista y seguimiento hasta la correcta ejecución de la obra.
7	Transporte de especies a las áreas de plantación	Para el transporte de especies ya sea obtenidas del programa de rescate deben utilizarse contenedor o arpillera, salvo en el caso de aquellas herbáceas que técnicamente puedan ser transportadas a raíz desnuda. El traslado de plántulas, acomodar las plantas en el camión cuidar que los envases sean de las mismas dimensiones, con la finalidad de conseguir un arreglo homogéneo, que permita estibar varias capas, procurar que con el movimiento del vehículo las plantas no se muevan, por ello es necesario ajustar la carga a las dimensiones de la caja del camión, sin apretar los envases, no es recomendable estibar más de dos niveles o capas, sobre todo si el tiempo de traslado es largo y las plantas presentan un buen desarrollo de tallo y hojas, para estibar se van traspaleando los envases de manera que las bolsas de arriba no aplasten a la planta de abajo.	No llevar a cabo la supervisión para la ejecución de la obra.	No llevar a cabo la obra física	Sanciones administrativas al contratista y seguimiento hasta la correcta ejecución de la obra.

Fuente: SECIRA, 2021.

### VI.1.2. Acciones de protección y rescate de fauna.

Los grupos faunísticos que sirvieron como indicadores de la situación ambiental del SAR para el estudio de impacto ambiental, fueron las cuatro clases de vertebrados terrestres: anfibios, reptiles, mamíferos y aves. Ello partiendo de que son relativamente fáciles de muestrear y que se han tipificado como excelentes indicadores de la estabilidad de una zona determinada. A partir del listado taxonómico de las especies registradas en campo (Cap. IV de este programa), de su estatus de vulnerabilidad, y del conocimiento práctico que los expertos en los distintos grupos taxonómicos tienen sobre los hábitos y capacidades de desplazamiento de las especies registradas, se identificaron aquellas que serán sujetas de las actividades de ahuyentamiento, y las que requerirán captura y posterior liberación. Como primera actividad se deben tomar medidas para minimizar o compensar la perturbación ejercida sobre la fauna durante la construcción; de esta forma se recomienda lo siguiente:

- Coordinar el rescate de animales que se introduzcan en las áreas de trabajo.
- Dotar de Capacitación Ambiental al personal de la obra sobre los procedimientos de protección de la vida silvestre y prevención de la cacería furtiva

#### **Medidas para la dominación del Riesgo de Atropello de los Animales Silvestres.**

Durante la fase de construcción, vehículos de transporte de material y personal del Proyecto utilizarán caminos temporales y permanentes, que atraviesan sitios ocasionalmente habitados por fauna silvestre. Debido a esto, existe la posibilidad de atropello de los animales, así como de accidentes vehiculares. En la fase de operación, la utilización permanente de la carretera constituye un riesgo de atropello de animales silvestres. Para minimizar o reducir el riesgo de atropello de animales durante la construcción y operación, se recomienda la aplicación de las siguientes medidas:

- Implementar un estricto control de velocidad en general para todos los vehículos, tanto en la etapa de construcción como durante la operación del Proyecto.
- Diseñar e instalar letreros informativos sobre el cruce de fauna en los tramos correspondientes, a fin de sensibilizar al usuario de la carretera y se incremente el nivel de seguridad vial y obviamente se reduzcan las posibilidades de atropellamiento de la fauna.

#### **Medidas para el Control de la Cacería Furtiva.**

Existe la posibilidad de que los trabajadores incorporados al proyecto intenten cazar la fauna silvestre que se encuentre dentro de las dentro o cercanas a las áreas de trabajo y/o circulación. Por lo tanto, el objetivo principal de esta recomendación es evitar la disminución o desaparición local de las poblaciones de fauna silvestre por extracción/eliminación directa del hombre durante la etapa de construcción. Con el fin de evitar o minimizar el impacto producido por la caza ilegal, se recomienda la aplicación de las siguientes medidas durante la etapa de construcción:

- Prohibir a los trabajadores la práctica de cualquier tipo de la cacería dentro del Área del Proyecto, con sanciones estrictas ante su incumplimiento;
- Prohibir o regular el uso de armas de fuego dentro de los predios del Proyecto;
- Colocar letreros de aviso que indiquen la prohibición de la cacería;
- Implementar un Programa de Capacitación Ambiental encaminado a la protección de la fauna silvestre para los trabajadores.

#### **Rescate, rehabilitación y liberación de fauna silvestre.**

En relación al rescate, rehabilitación y liberación de fauna silvestre, se debe mencionar que no es una actividad informal y que puede realizarse sin tener conocimientos especializados ni la infraestructura adecuada. Esto lleva a que se ponga en riesgo la integridad física del personal, la vida de los animales y a las poblaciones silvestres. Es importante, al momento de encontrar un animal en el medio silvestre, asegurarse de que realmente necesita ayuda para escapar. Por ejemplo, en varias especies, como algunas aves rapaces, mientras la madre o ambos padres

están buscando alimento, dejan a las crías escondidas, y no por eso están abandonadas. Si se saca de su refugio o nido, hay una probabilidad que no salgan adelante y la intervención habrá sido totalmente equivocada. También, algunas veces al capturar animales adultos, existe un desconocimiento de la conducta de dichas especies. Abstenerse ante la duda puede ser una buena frase para tener en cuenta en estos casos o, al menos, pensar bien antes de actuar. Si después de haber tomado todas las precauciones y observaciones correspondientes, se decide capturar a algún animal para ayudarlo, o manipularlo para ser reubicado, hay que considerar si se tienen los implementos necesarios para manejarlo sin riesgo para las personas ni para él. Los animales silvestres pueden reaccionar de las formas más inesperadas y, hasta el más pequeño, puede provocar una desagradable y dolorosa sorpresa. Por ejemplo, las aves ante una incorrecta sujeción y manipulación, puede terminar en un fuerte picotazo, en una fractura en las alas del ave o en el escape de esta. Ni considerar los daños provocados por un ave rapaz, zorro o felino. Es por esto por lo que los animales silvestres deberían ser manejados, tratados y liberados por personal idóneo que tenga experiencia y considere lo mejor para el animal, sin poner en riesgo a las personas. A las aves en general, hay que tomarlas cuidadosamente para no fracturar las alas y jamás jalarlas de la cola. Lo más conveniente es usar una red o, en su defecto, una manta que permita capturar al ave y meterla en una caja o jaula sin necesidad de manipularla directamente. En el caso de las aves rapaces, hay que tener cuidado con las fuertes garras que usan para defenderse y en los picotazos. En mamíferos medianos, las mordidas y los rasguños son muy peligrosos, por lo que no deben manipularse sin los implementos correspondientes. Estos animales no son muy agresivos y en estado silvestre tienden a esconderse más que a atacar, pero una vez se sienten en peligro o por temor, se transforman en animales muy agresivos que pueden atacar para defenderse. En dichos casos, el personal especializado deberá contar con los implementos y medicamentos para manipular, revisar y trasladar tranquilamente a estos animales. Hay que tener siempre presente que las personas encargadas de realizar este tipo de procedimientos deberán estar vacunados (por ejemplo, contra la rabia) en caso de alguna mordedura y tomar todas las precauciones para evitar el contagio de alguna zoonosis (psitacosis, salmonella, sarna, tiña, etc.). Como regla general, los animales silvestres se sienten más tranquilos cuando se los mantiene en una jaula o caja bien ventilada (el material dependerá de la especie), con poca luz y sin ruidos. Al momento de transportarlos no hay que ponerles agua ni comida ya que, generalmente, les dan vuelta ensuciando y humedeciendo el lugar. Además, por el estrés de la captura y el traslado, la mayoría no consume alimentos ni agua. Esto obviamente si el tiempo de traslado es corto ya que, si el viaje o mantención en jaula es muy prolongado, debe tenerse cuidado con la posible deshidratación del animal, en cuyo caso se deberá procurar los líquidos pertinentes (el criterio es muy importante).

#### **Métodos de manejo de fauna silvestre.**

Dentro de las técnicas de manejo de la fauna silvestre, destacan la conocidas como "no letales", son las más recomendables debido a que las actividades incluidas, tienen efectos insignificantes tanto la intervención sobre el hábitat como posibles efectos secundarios. Destaca la necesidad de otorgar capacitación sobre los métodos y técnicas adecuadas al personal involucrado directamente en los trabajos de campo, proporcionándoles conocimientos necesarios para que atiendan y resuelvan el problema. Para efectuar el rescate y reubicación de fauna silvestre, en principio es viable aplicar técnicas propuestas por Hawthorne (1987), denominadas de amedrentamiento y de modificación al hábitat, buscando con ello, que las especies de aves y mamíferos y de hábitos cursoriales, se desplacen o ahuyenten, y en caso de especies de lento desplazamiento, principalmente aquellas que se encuentre bajo alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como de especies endémicas, se debe emplear técnicas seguras para su recolección, tanto para los organismos, como para el personal encargado; utilizando para ello, métodos convencionales, tales como: captura manual para lagartijas, ganchos herpetológicos en el caso de serpientes, y en caso de requerirse se podrán utilizar trampas Sherman y Tomahawk para mamíferos de pequeña y mediana talla; una vez capturados los individuos, se procederá a su reubicación en áreas aledañas al área del rescate que cuenten con una mayor cobertura vegetal y/o alejado de los poblados, principalmente hacia la porción Occidental, donde la presencia, y por ende la presión humana, es menor. La finalidad de estas acciones es alcanzar los siguientes objetivos:

- Capturar y reubicar la fauna localizada sobre el trazo del proyecto que, durante las actividades de preparación del sitio, principalmente, y construcción que pudieran verse afectadas, con énfasis en las especies consideradas de lento desplazamiento o incluidas en algún estatus de la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como de especies endémicas o de distribución restringida.
- Realizar el rescate y manejo de fauna silvestre mediante la aplicación de las técnicas de amedrentamiento y modificación del hábitat, con la finalidad de disminuir el número de individuos de fauna silvestre, dirigido principalmente a aves, mamíferos y de hábitos cursoriales, a través de motivar su desplazamiento hacia áreas alejadas con vegetación similar o de mayor cobertura, que se localizan hacia el oeste del trazo del proyecto.
- En caso de encontrar individuos de especies de fauna consideradas de lento desplazamiento o incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como de especies endémicas, realizar su captura y reubicación en sitios que presenten condiciones ambientales similares a los lugares que habitaron originalmente o algún sitio que se tenga destinado para este uso, principalmente en zonas en mejor estado de conservación, donde es menor la presión humana.
- Verificar que los sitios de reubicación de la fauna silvestre reúnan condiciones ambientales similares a aquellas áreas donde fueron rescatados, evitando, en lo posible, la sobrecarga de la población.
- Recurrir a técnicas de captura y manejo encaminadas a evitar el daño y/o estrés de los organismos.

Con la finalidad de propiciar la migración de individuos de especies de fauna silvestre, es necesario recurrir a técnicas de amedrentamiento y modificación del hábitat (Hawthorne, 1987), encaminadas sobre todo a desplazar o ahuyentar especies de aves, murciélagos y mamíferos de hábitos cursoriales, dada su elevada capacidad de desplazamiento. Como se explica en la Sección del Plan de Manejo y Monitoreo Ambiental del proyecto. A continuación de manera general se mencionan las características de estas técnicas.

- **Amedrentamiento.** - Se genera ruido suficiente, pudiendo utilizar sirenas con diferentes frecuencias y a distintas horas del día, la finalidad es ahuyentar tanto a aves, y mamíferos de mediana y gran talla; se presume que dichas prácticas son capaces de disminuir la diversidad y densidad de especies que tienen una gran capacidad de movimiento, incluso inhibir el establecimiento de nidos de aves.
- **Modificación al hábitat.** -Se espera hacer poco atractivo el lugar para muchas de las especies de mamíferos, consiste en la reducción de la cobertura vegetal y la eliminación de conjuntos de arbustos, malezas y otros residuos. Es importante hacer notar que es innecesario efectuar los cambios drásticos puesto que algunas veces los cambios sutiles son efectivos. Dentro de las modificaciones se incluye la colocación de barreras físicas, que impide el paso de ciertos animales a aquellos sitios que se quieren proteger, como es la colocación de redes de nylon o plástico, cercas de alambre, obstrucción de entradas grietas o túneles (en el caso de roedores). En lo que respecta al grupo de las aves, aunado a la técnica descrita para amedrentamiento, podrían podarse las ramas de árboles y arbustos presentes en el área del proyecto -previo a su remoción total, con el objeto de alterar los sitios de reposo, resultando con ello que la zona sea poco atractiva a la fauna. Durante y al término de la aplicación de estas técnicas de amedrentamiento y modificación del hábitat, se recomienda realizar censos de fauna -dirigido principalmente a aves y mamíferos de mediano y gran tamaño-, con la intención de estimar la densidad poblacional y riqueza de especies. En el caso de las aves, se recomienda realizar una "Búsqueda intensiva", consistente en recorrer el trazo, identificando su presencia a través de cantos, llamados o visualmente; la confirmación de su presencia se efectuará con el uso de binoculares y con la ayuda de guías de campo especializadas (Peterson y Chaliff 1989, Howell y Webb 1995, National Geographic Society 1987).
- **Artefactos electrónicos:** La grabación de las propias llamadas de alarma, alerta o peligro, sobre todo en aves, posteriormente amplificadas o transmitidas, son efectivas para ahuyentar ciertas especies y son útiles tanto en situaciones rurales como en urbanas. La movilidad de las unidades de transmisión de esos

sonidos puede incrementar la efectividad de las llamadas. Por otro lado, si se utilizan estaciones estacionarias, un incremento en el volumen normalmente resulta en una respuesta mayor. Los ruidos producidos por algunos generadores electrónicos de sonido pueden ahuyentar a las especies de interés, pero generalmente no son tan efectivos como la amplificación de gritos o llamadas de alerta grabadas. En este caso a mayor variedad y discordancia de sonidos se tendrá un efecto más notable.

- **Ahuyentadores auditivos:** Se basan en la producción de sonidos no reconocibles por la fauna, consisten en utilizar cuellos de botellas, parcialmente enterrados, en diferentes orientaciones y en lugares expuestos al viento; de esta forma, se producen sonidos al pasar el viento por donde se encuentran los cuellos de botella, sin importar su dirección.
- **Repelentes químicos:** Es una técnica relativamente nueva, parece prometedora para el control de daños por ciertas especies de la fauna silvestre, particularmente depredadores. Diversos repelentes químicos se presentan en forma de sólidos, líquidos, aerosoles o pastas. La naftalina es uno de los repelentes más usados, aunque dependiendo de la especie varía la cantidad requerida y su eficacia. Las recomendaciones se incluyen en el siguiente cuadro.

**Tabla VI. 13.** Repelentes químicos para el control de fauna silvestre (Hygnstrom, *et al.*, 1994)

Naftalina	Tuzas, ratón, ratones de campo, ardillas de árbol, gatos domésticos, mapache, zorrillos, murciélagos, venados, conejos, aves en general
Polvo de tabaco	Gatos domésticos
Amoniaco	Zorrillos
Aceite de eucalipto, mentol, alcohol isopropílico, aceite de mostaza	Gatos domésticos

Fuente: SECIRA, 2021.

Como lineamientos generales en el uso de repelentes químicos, todas las zonas del área problema deben ser tratadas, aunque debe indicarse que, con el tiempo, la efectividad se pierde. Este método tiene como carencia la escasez de expertos en el manejo de feromonas o sustancias biológicas de control, así como la necesidad de evaluar y autorizar, las posibles sustancias a utilizar, por las autoridades correspondientes. Además, es necesario considerar dentro de los costos de esta técnica la construcción de sitios para almacenar estos productos químicos, para que se encuentren fuera del alcance de personas o animales.

- **Trampeo y transferencia:** Este consiste en atrapar animales vivos y removerlos hacia áreas o regiones donde no sea un problema. Este podría aplicarse para los mamíferos medianos y a nivel de poblaciones, como en el caso de los roedores. El conocimiento de la biología de cada especie que signifique un problema es importante para planear el programa de capturas, pues es necesario, para obtener mejores resultados decidir el tipo de trampa (con una puerta, doble puerta, de malla abierta o cerrada, etc.), el cebo (carne, fruta o pescado, etc.), la ubicación de las trampas en el campo (cerca de agujeros, en cañadas, sobre árboles, etc.), la forma de transportar a los individuos capturados (por tierra o por aire), el sitio de liberación (área de distribución normal de la especie y/o subespecie, condiciones favorables del hábitat actual) y las precauciones sanitarias (estado de salud de los individuos) que deberán tomarse. Para poder realizar este tipo de actividades es necesario cumplir los lineamientos legales, como es la obtención del permiso de las autoridades Federales y Estatales para la captura, transporte y liberación, el consentimiento de los propietarios de los terrenos donde se piensa liberar a los animales capturados, lo cual está relacionado con la posibilidad de hibridación, contagio de enfermedades (zoonosis), alteración del hábitat, competencia intraespecífica, entre otros.

Las liberaciones pueden constituir un arma de doble filo ya que, se puede ayudar a un animal para que se reintegre al medio silvestre, pero, a su vez, ir en desmedro de una población completa si no tomamos las precauciones necesarias. Primero, hay que evaluar que el animal que se quiere liberar esté en perfectas condiciones, tanto físicas

como conductuales y sanitarias. De no ser así, se está permitiendo que ese animal sea depredado rápidamente, que no sea capaz de alimentarse ni unirse a un grupo (en caso de animales gregarios) y que tenga una muerte lenta, atentando claramente en contra de su bienestar. Aunque no es lo más correcto, se debe tener en mente y considerar que el bienestar de algunos animales puede involucrar el cautiverio y no su libertad. Por otro lado, se debe asegurar que el animal haya pasado por un periodo de cuarentena con el fin de constatar que no presente ninguna enfermedad que pueda ser transmitida al personal a cargo, a los otros animales o a las poblaciones silvestres una vez liberado. Si no hay seguridad de la condición sanitaria del animal, No debe liberarse, aunque aparentemente esté en buena condición física. Esto es aún más importante considerando que muchos animales son mantenidos en clínicas veterinarias, en casas particulares junto con animales domésticos, zoológicos u otros centros de exhibición, y en centros de rehabilitación donde llegan otros animales enfermos. Aunque el contacto o estadía en esos lugares hayan sido mínimos, siempre debe tener cuarentena y los exámenes correspondientes. Las liberaciones, de hacerse, deben ser considerando la opinión de un grupo multidisciplinario de profesionales, los que evaluarán el lugar de liberación, origen del animal, la evolución durante los periodos de cuarentena y rehabilitación, las condiciones físicas y conductuales, la factibilidad de trasladarlo con éxito, los costos asociados y contar con los permisos necesarios para el traslado y la liberación en un determinado lugar. De esta forma si se llega a proceder a una captura y se tiene contemplada su liberación se deben tener el consentimiento del sitio donde se pretende liberar.

**Criterios de selección de especies a rescatar.** - Los criterios tomados para elegir las especies a rescatar son principalmente su capacidad de movimiento, categoría de riesgo listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, y distribución restringida, como consecuencia de una estrecha relación con el ambiente. Adicionalmente se considerada a especies de importancia ecológica.

- I. **Especies de lento desplazamiento.** Son aquellas especies de vertebrados terrestres, que poseen una baja capacidad de desplazamiento, tal es el caso de anfibios, reptiles y algunos mamíferos pequeños.
- II. **Especies consideradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.** Especies con algún estatus dentro de la norma anteriormente citada.
- III. **Endemismos.** Aquellas especies que aparecen listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, catalogada en el estatus de conservación como Sujeta a Protección Especia (Pr).

**Especies consideradas de interés ecológico.** - De la fauna presente, se sabe que las especies de anfibios presentan una alta sensibilidad a la calidad del ambiente, los otros grupos de vertebrados no son menos valiosos, ya que dentro de ellos se encuentran especies de importancia ecológica que desempeñan una importante función en las comunidades en que viven. Los hay dispersores de semillas, como los roedores; depredadores de pequeños vertebrados, como las serpientes y carnívoros de talla mediana; finalmente, algunas otras especies controlan poblaciones de invertebrados.

**Ubicación Actual de las Especies Sujetas a Rescate.** - El programa de rescate de fauna se debe realizar principalmente en las áreas forestales, que presenten una cobertura vegetal mayor y de igual manera, es de esperarse una mayor presencia de fauna silvestre. Cabe mencionar que, durante el trabajo de campo, no se observó una dinámica faunística de importancia, debido a la presencia humana, que ha intervenido esta región con la carretera existente, caminos de terracería, parcelas agrícolas, pastoreo de ganado menor y, sobre todo, introduciendo fauna doméstica, (perros y gatos), que han provocado el ahuyentamiento de la fauna silvestre. Parte del trazo se encuentra perturbado por actividades antrópicas; se recomienda realizar un previo recorrido de prospección durante la etapa de preparación del sitio, para poder incluir en el programa de rescate y reubicación de fauna.

### VI.1.3 Acciones de restauración de áreas forestales ocupadas o afectadas temporalmente.

De la superficie total del SAR (1736.78 has), solo se ocuparán para el proyecto 11.72 ha, que representan el 0.67 % de toda la superficie del SAR, es decir que el 99.33 % 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 total ocupada por el proyecto será de 11.72 ha, de las cuales 4.36 ha pertenece al camino existente y 7.36 ha corresponden a la superficie a afectar por el trazo del proyecto, de las cuales la Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Mediana Subcaducifolia abarca un área de 65.76 % y aunado a esta cifra, se adiciona la superficie ocupada por la Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia con 14.05 % y Pastizal Cultivado con 20.19 %.

**Tabla VI. 14.** Resumen de vegetación de probable de afectación debido al trazo del proyecto.

TIPO DE VEGETACIÓN DEL SAR A SER AFECTADA POR EL PROYECTO	SUPERFICIE EN EL SAR (HA)	SUP. OCUPADA POR EL TRAZO (HA)	% DE OCUPACIÓN POR EL PROYECTO EN EL SAR
Camino existente	-	4.36	0.25
Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Mediana Subcaducifolia	918.04	4.84	0.28
Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia	498.94	1.03	0.06
Pastizal Cultivado	319.80	1.49	0.09
<b>TOTAL</b>	<b>1736.78</b>	<b>11.72</b>	<b>0.67</b>

Fuente: SECIRA, 2021.

Es claro que, debido a diversas actividades antrópicas, la zona se con un alto grado de disturbio, con una remoción de la cobertura vegetal natural en décadas pasadas, dieron paso a zonas agrícolas; aunado a esta problemática se presenta una fragmentación del hábitat por el crecimiento urbano disperso presente en la zona. Considerando el Uso de Suelo y Vegetación presente. Es importante priorizar como áreas de restauración aquellas que presentan una condición más natural con la finalidad de tratar de mantener los procesos ecológicos. Sin embargo, de ser posible deberán incluirse principalmente, aquellas con características edáficas viables. Dentro de las Medidas para el Control de la Pérdida de Cobertura Vegetal, durante la etapa de construcción, se deben realizar diferentes acciones para el desmonte, manejo y disposición de la biomasa vegetal, cuyo objetivo principal es contar con procedimientos que orienten las medidas de mitigación a aplicarse durante la limpieza y disposición de la biomasa resultante de la tala de la vegetación existente en la trayectoria del Proyecto. Estas medidas contribuirán a mitigar el impacto producido por la disposición de los desechos vegetales derivados principalmente, de los restos leñosos de la tala de las especies arbóreas. Durante la realización del desmonte y limpieza del área del Proyecto, se deben tomar en cuenta las siguientes medidas:

- ✓ Los límites de las áreas de trabajo deben estar claramente señalados con pintura, estacas o banderillas.
- ✓ Realizar la indemnización respectiva a los afectados, en caso de ser necesario.
- ✓ Durante la construcción se deberá operar el equipo móvil de manera que cause el mínimo deterioro a la vegetación y a los suelos circundantes.
- ✓ Capacitar a los operadores sobre los procedimientos de limpieza de cobertura vegetal.
- ✓ Bajo ninguna circunstancia se depositará vegetación en áreas donde se obstruyan canales de drenaje. No obstante, en algunos casos se podrá utilizar la vegetación como barrera para controlar la erosión.
- ✓ Donde sea necesario realizar podas de árboles, deberán realizarse por personal capacitado.
- ✓ Utilizar parte de la biomasa (troncos y estacas) como disipadores de energía para reducir los efectos de la erosión hídrica.

A continuación, se presenta una descripción de las actividades posibles a ejecutar, así como de los indicadores determinados para el seguimiento y evaluación de las acciones realizadas. La cantidad de personal, materiales y equipo que serán ocupados para su construcción, requiere entre otras, áreas provisionales para la ubicación de oficinas, campamentos, caminos de acceso y una zona para el manejo de agregados; zona de disposición de

residuos y; operación de equipo de preparación; depósito y almacén de materiales; patios de estacionamiento; depósito de combustibles y talleres de mantenimiento para maquinaria pesada, vehículos y equipo, de aquí la necesidad de habilitar espacios para instalaciones y áreas operativas, donde desarrollar las actividades propias de toda obra requiere. De donde todos estos espacios preferentemente serán aquellos que se encuentren desprovistos de una cobertura vegetal, como son los terrenos agrícolas y de pastoreo, así como el aprovechamiento de caminos de terracerías y asfaltados que existen en todo el SAR. Para proceder a la elaboración de las acciones de restauración, previamente se debe realizar una visita de verificación en áreas contiguas a la superficie afectada, con el propósito de verificar la composición florística del sitio, además de evaluar si en su caso, sería necesario realizar obra de rehabilitación o recuperación ecológica, de áreas contiguas que presentarán impactos, *per se*, que impidiesen la restitución de la vegetación natural de los terrenos afectados, como puede ser suelos pedregosos o materiales geológicos expuestos. La metodología por emplear para caracterizar la composición florística que existe en las zonas afectadas por el desmonte consiste en el registro de campo de las especies encontradas en toda la trayectoria y de aquellas que estarán sujetas a remoción de la cubierta forestal. Para ejecutar los trabajos de reforestación, se podrán utilizar los ejemplares procedentes de programas como el rescate de flora, pero preferentemente individuos obtenidos de las áreas cercanas al trazo, que serán sujetas a desmonte, para procurar se mantenga la estructura florística existente. No obstante, lo anterior, también se evalúa la opción de plantar en estos sitios, especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, con la finalidad de mantener los ejemplares rescatados, en un espacio que permita proporcionarles el mantenimiento que asegure la conservación de especies con estatus de protección.

#### Acciones Por Realizar.

- ✓ **Preparación del área a restaurar.-** Para esto cabe resaltar, se tomarán como base los planos de secciones niveladas, que indiquen la condición presente en la topografía de los terrenos afectados, antes de iniciar la remoción de vegetación y del acondicionamiento de espacios para su ocupación temporal; posteriormente como se menciona en diversos trabajos de restauración ecológica, esta actividad resulta decisiva para garantizar el buen establecimiento de las futuras plantaciones en los ecosistemas a restaurar, la preparación del terreno puede realizarse mediante diversas técnicas: Mecanizada, con tracción animal, Preparación manual del terreno o con técnicas combinadas según la complejidad; cabe mencionar que la técnica quedará bien definida de acuerdo al tamaño del área que se destinada para su restablecimiento, así como sus características geomorfológicas. Otro aspecto que se debe considerar es que el área del proyecto se encuentra inmersa en un tipo de vegetación particular. Debido a esta condición climática del sitio, resulta de gran importancia realizar obras para la captación de agua y tener un óptimo aprovechamiento, esto se puede realizar preferentemente en los sitios que presenten una pendiente  $\leq 10^\circ$ , con esto, se puede obtener una mayor aportación hídrica para la plantación, provocando con ello, una mayor probabilidad de éxito de supervivencia.
- ✓ **Replamiento forestal multiespecífico con especies nativas.** - Consiste en la ejecución de trabajos de reforestación, en aquellos terrenos que previamente hayan sido preparados para dicha actividad, el suministro de especies estará dado en este caso, a partir de la caracterización de la composición florística realizada en el Programa de rescate, y de los ejemplares obtenidos de los suelos que serán sujetos a remoción vegetal con la construcción del tramo carretero. El replamiento contendrá varias especies que asemejen la composición regional.
- ✓ **Acomodo de material vegetal muerto.** - Se buscará el aprovechamiento de todos los recursos existentes, por ello, será importante la ocupación del material vegetal muerto, mediante la formación de cordones de material resultante, el acomodo de estos materiales proporciona protección al suelo, aportación de materia orgánica, evita la erosión hídrica, disminuye el escurrimiento superficial y erosión eólica, incrementando el contenido de humedad en el suelo.
- ✓ **Terrazas de seto o cerco vivo.** - La implementación de esta acción será importante para evitar la erosión hídrica y eólica, que resulta fundamental para este tipo de ecosistemas semicalidos para el establecimiento



de las especies implantadas en el proyecto, por ello, después de conocer el inventario de las especies encontradas en el recorrido del proyecto, es de suma importancia elegir especies nativas.

Para proceder al desarrollo del programa de restauración, previamente se recopilará la información bibliográfica de la vegetación correspondiente en cada tramo, posteriormente se realizará una visita de campo para la verificación de las aéreas encontradas en dicha revisión, se marcarán sitios de muestreo previamente, con el apoyo de un Sistema de Información Geográfica, en áreas contiguas a la superficie afectada en la zona de construcción, con el propósito de determinar la composición florística del sitio, además de evaluar, si en su caso, será necesario realizar obra de rehabilitación o recuperación ecológica, de áreas contiguas que presentarán impactos degradatorios que pudiesen afectar las obras desarrolladas para restituir la vegetación natural de los terrenos forestales afectados. Para tener una mejor seguridad de la composición florística del sitio se deberá realizar un muestreo el cual se escogerá de acuerdo al tamaño de la superficie designada a restaurar; el muestreo resulta de gran importancia para establecer las asociaciones florísticas (comunidades), los datos de campo se anotaran en formatos tipo, así mismo, se necesitará realizar colecta de material botánico, y su posterior identificación taxonómica, para poder tener una mayor certeza de las especies existentes en el sitio. Un aspecto a considerar, es la toma de fotos de las especies para mayor exactitud al momento de ser identificadas por especialistas. El material obtenido deberá ser cotejado e identificado por personal de instituciones (Universidades, Escuelas Agrarias, etc.) como lo es la UNAM y UAM, etc. Una vez obtenidos los datos de las especies se procesarán a fin de determinar especies clave, dominantes, etc. mediante índices de dominancia y abundancia (Matos y Ballete, 2006). Una vez obtenida la composición florística del sitio para ejecutar los trabajos de restauración, básicamente se utilizarán los ejemplares de especies nativas procedentes del programa paralelo de rescate de flora, pero preferentemente individuos obtenidos de las áreas cercanas al trazo del proyecto, que sean especies clave o dinamogenéticas, que serán sujetas a remoción, para procurar que se mantenga la estructura florística determinada en los muestreos. No obstante, lo anterior, también se evalúa la opción de plantar en estos sitios, especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, con la finalidad de mantener los ejemplares rescatados, en un espacio que permita proporcionarles el mantenimiento que asegure la conservación de las especies con estatus de protección rescatadas. Se buscará y se considera un mínimo de 10 especies nativas para llevar a cabo el proceso de restauración que se encuentran en la superficie del proyecto y que cumplan con lo antes citado. La densidad de plantación de este proyecto será determinada de acuerdo a la composición de la diversidad florística, de acuerdo al registro de las especies forestales inventariadas, así como a las características de cada especie escogidas para dicho proceso será fundamental, otro aspecto a considerar es la densidad de plantación, señalada para los ecosistemas, en la Tabla del 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 el 12 de abril de 2006, en el Diario Oficial de la Federación, (la mezcla incluye especies con estatus de protección especificadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, además de individuos definidos en el Programa de Rescate de Flora, como especies de importancia biológico-ecológica). La superficie para la determinación de los polígonos o áreas a restaurar quedará delimitada según el área planeada de construcción del tramo carretero, con apoyo de cartas topográficas, de vegetación y software se delimitará las áreas forestales consideradas a rehabilitar tomando en cuenta la composición florística proveniente del muestreo de vegetación natural primaria o secundaria. Para cumplir con la restauración de la topografía del sitio, será de vital importancia conocer las características de los suelos (salinidad, textura, etc.) donde quedaran implantadas nuestras especies destinadas para la restauración de acuerdo a ello se puede considerar que:

- Los suelos que se consideren de mala calidad deben ser mejorados previamente al establecimiento de especies; principalmente con la incorporación de materia orgánica para asegurar un mayor éxito en este proceso.
- En suelos cuya pendiente sea mayor a 45° se deben construir terrazas y plantar herbáceas que se consideren como especies cubre suelos, que evitan la erosión, así como, ayudan la aportación de materia orgánica, favorezcan el aprovechamiento del agua, ya que en este tipo de ecosistema resulta fundamental

El diseño de plantación para el proyecto será elegido de acuerdo a las características de las especies a implementar, considerando su cobertura vegetal y los recursos hídricos demandantes de las mismas, existen diversas formas de plantación:

- Plantación elevada: Se utilizada en suelos húmedos, pantanosos y pesados.
- Plantación a nivel: Se utiliza en suelos secos, áridos y pendientes con erosión.
- Plantación ahogada: Se utiliza en terrenos llanos o ligeramente ondulados, con buen drenaje artificial.

Considerando lo anterior se tendrá que elegir un método de plantación que se adecue a las especies seleccionadas para la restauración, a la topografía del sitio, así como, el tipo de suelo existente, la distancia entre planta y planta quedará determinada según sus características morfológicas y fisiológicas. Para llevar a cabo la plantación, para un mayor éxito de establecimiento en el mes de julio, poco antes de que el periodo de lluvias este bien establecido; la plantación deberá ser mediante el material vegetativo existente mediante técnicas de propagación vegetativa sexual o asexual de acuerdo a las características de las especies utilizar, en el caso de ser una propagación asexual por estacas, acodos, rizomas, se recomienda que las estas sean de una misma especie deben ser obtenidas de diferentes ejemplares para garantizar la variabilidad de la población. continuación, se describen las medidas pertinentes para obtener un mayor éxito en este proceso:

1. Rastreo. Previo a la plantación se dará un paso superficial de rastra, para favorecer la infiltración de humedad y asegurar la supervivencia de las plantas.
2. Apertura de cepas. Se abrirán cepas de buen tamaño dado que la baja infiltración del agua de lluvia puede ser limitante en el desarrollo de las especies empleadas en esta zona árida, es recomendable colocar a las plantas por debajo del nivel del suelo, de tal manera que se formen pequeñas hondonadas alrededor de las plantas. Así mismo, es recomendable levantar una barrera semicircular, de unos cuantos centímetros de alto, pendiente abajo de donde se siembre la planta, de tal manera que funcione como un pequeño dique (CONABIO, 2000).
3. Limpieza. Al inicio de la plantación se considera realizar esta práctica para eliminar los residuos que pudiesen resultar por la construcción del tramo.
4. Abono o Fertilización. Se recomienda colocar en cada cepa materia orgánica tierra de hoja puede reducir la desecación del suelo y ayudar en la infiltración del agua. Una vez que se ha plantado el individuo, esparcir el fertilizante elegido en la base de este.
5. Deshierbe. Al principio, dado que el cultivo de estas especies es de este ecosistema perteneciente a zonas húmedas, habrá problemas de malezas, por lo que se sugiere especial atención al respecto. En caso de que existan, lo recomendable es quitar las malezas de manera manual, antes de que éstas produzcan semillas, y dejar la materia orgánica en el suelo; posteriormente, se deben realizar en torno a la planta, durante los tres primeros años y en forma de cajeteo 1 metro de diámetro alrededor de la planta-.
6. Plantación. - De igual manera, los elementos arbóreos empleados en el programa deberán ser plantadas en junio-julio, antes de las lluvias se han establecido plenamente, y una vez que se ha realizado la plantación del arbolado.
7. Traslado. - El transporte de los individuos se llevará a cabo en carretillas, en cajas de madera o en cajas de cartón, procurando no lastimar raíces, tallos y/o espinas (o bien las mamilas o costillas).
8. Trasplante. - Abrir una cepa individual, de aproximadamente con buena profundidad, o de capacidad suficiente de acuerdo con las dimensiones y características del ejemplar a trasplantar. Adicionalmente se tomará en cuenta la pendiente del terreno para favorecer la captación del agua de lluvia y la exposición al sol, se introducirán las raíces completamente, se cubrirán con tierra del mismo lugar, se apisonará la tierra tratando de no compactar demasiado, ni de dejarla muy floja -si queda muy compacta no habrá filtración de agua, ni de oxígeno para las raíces-.

9. Marcado. Conforme se avanza en las labores de reforestación, se señalarán todas y cada una de las plantas reubicadas de manera visible, utilizando cinta flagin de colores, rafia para facilitar la ubicación y localización de los sitios, para su posterior evaluación.

Se identificarán mediante un Sistema de Información Geográfica e imágenes de satélite u ortofotos los sitios adecuados para restaurar o en su caso se solicitará al Municipio del Estado, algunas áreas que consideren de interés para la restauración, en los cuales se realicen las Obras antes mencionadas. Uno de los aspectos fundamentales, sin el cual no se podría llevar a cabo un proyecto de restauración, es el vivero, ya que constituye el sitio donde se producen el material vegetativo para dicho proceso. Para este proceso se buscará uno cercano a la construcción de tramo carretero a no más de 3 horas de distancia debido a que las especies de estas áreas reportadas en la CONABIO sugieren no transportarlas por periodos prolongados. En el caso de requerir la construcción de un vivero temporal diversos autores en manuales de silvicultura sugieren que el mismo debe contar con las siguientes características:

- A. Existencia de una fuente de suministro.
- B. Existencia de una fuente conveniente de suelo para llenar los recipientes requeridos.
- C. Contar con una superficie suficiente para sostener al máximo de plantas requeridas con una inclinación aproximada de 5°.
- D. Que sea accesible durante todo el año
- E. Ubicarlo en una exposición adecuada para las especies que se van a cultivar, en este caso por el tipo de ecosistema semi-cálido la cantidad de luminosidad es de suma importancia.

Para el transporte de especies, ya sea obtenidas del programa de rescate o producidas en el vivero, deben utilizarse contenedor o arpillera, salvo en el caso de aquellas herbáceas que técnicamente puedan ser transportadas a raíz desnuda. Existen varias formas de llevar las plantas al sitio de la plantación, estos dependen de la infraestructura con que se cuente, del medio en que hayan crecido las plantas y de lo alejado y accesible que esté el sitio. El traslado de plántulas, acomodar las plantas en el camión cuidar que los envases sean de las mismas dimensiones, con la finalidad de conseguir un arreglo homogéneo, que permita estibar varias capas, procurar que con el movimiento del vehículo las plantas no se muevan, por ello es necesario ajustar la carga a las dimensiones de la caja del camión, sin apretar los envases, no es recomendable estibar más de dos niveles o capas, sobre todo si el tiempo de traslado es largo y las plantas presentan un buen desarrollo de tallo y hojas, para estibar se van traspaleando los envases de manera que las bolsas de arriba no aplasten a la planta de abajo. Cuidando además que el tallo y hojas de las que quedan abajo no sufran dobleces o quebraduras. Siguiendo los puntos anteriores se transportará mediante una camioneta cubierta con una lona, y se llevarán a los sitios destinados para la reforestación, en sitios cercanos se llevarán mediante carretillas. Para los Indicadores de desempeño se comienza desde el momento en que se realiza la primera acción de restauración, en ella se deben definir los indicadores de éxito que permitirán evaluar el curso del proceso de recuperación. Para esta finalidad se pueden implementar los criterios de Jordán *et al.* 1987 (Matos y Ballete, 2006). En donde propone cinco criterios para evaluar si la restauración se ha realizado con éxito; estos son:

- Sustentabilidad. El ecosistema restaurado debe ser capaz de mantener su equilibrio y auto sustentarse sin acciones antrópicas.
- Invasibilidad. Es común que los ecosistemas degradados sean invadidos por especies exóticas, a medida que el ecosistema es más natural esta invasión disminuye.
- Productividad. Los niveles de biomasa producidos por el ecosistema restaurado deben ir alcanzando los niveles del ecosistema natural, a medida que estos se recuperen.
- Retención de nutrimentos: Los flujos de nutrimentos y la retención de estos en ecosistemas restaurados deben alcanzar los niveles de ecosistemas naturales conservados.

- Interacciones bióticas. La recuperación de las relaciones interespecíficas ya estudiadas en etapas anteriores debe servir de base para evaluar la recuperación de estas en ecosistemas restaurados, dígame polinizadores, presencia de micorrizas, bacterias, nitrificantes, otra fauna asociada, etc. Además, puede utilizarse la aplicación comparativa (entre patrones conservados y zona restaurada) de índices como: sinantropismo, riqueza de especies, biodiversidad, etc.

Con base en lo descrito en estos puntos se puede establecer si nuestro ecosistema está siendo reparado satisfactoriamente. El personal necesario para este proceso será establecido de acuerdo a las actividades que se deseen realizar, así como el área que se determine para labores de restauración, en la tabla siguiente se puntualiza el equipo que se puede requerir para dichas labores en una superficie de 3 ha (tomado como parámetro).

**Tabla VI. 15.** Personal necesario de acuerdo a las actividades que se realizan.

ACCIONES GENERALES	EQUIPO	DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES	PERSONAL
Muestreo de la composición florística del área a restaurar	1 geoposicionador, 2 prensas de cartón, etiquetas de identificación, bolsas de papel, tijeras de jardinero, cinta adhesiva.	Se llevará cabo el muestro para determinar la composición florística del lugar.	2 técnico forestal
Preparación del terreno	1 maquina con rastra, 2 carros de volteo.	Se requiere debido a la extensión del proyecto para la reconfirmación y preparación del área restaurar.	El operador de la máquina y un ayudante
Acomodo de material muerto	2 carretillas, 5 palas de cuchara	Se aprovechará el material vegetativo muerto para la aportación de materia orgánica.	1 técnicos más 5 peones
Construcción de terrazas	5 Palas rectas, 5 picos, 5 azadones, 3 cubetas, 2 cintas métricas.	Se construirá cercos vivos para protección del sitio.	1 técnicos forestal más 10 peones
Traslado	1 camioneta de 6 y media.	Se requerirá una camioneta para poder trasportar los individuos del vivero a la zona a restaurar.	1 técnico forestal más 10 peones
Plantación	5 Palas rectas, 5 picos, 5 azadones, 3 cubetas y 2 flexómetros.	La plantación se realizará mediante la técnica adecuada para el tipo de ecosistema.	1 técnicos forestal más 10 peones
Monitoreo	Material menor	Para asegurarse del éxito se deberá monitorear el sitio restaurado.	1 técnico forestal

Fuente: SECIRA, 2021.

La memoria se establecerá de acuerdo al salario mínimo establecido en la región económica que le corresponda al área del proyecto, además de establecer los precios unitarios con el software Neodata quien hoy en día cubre soluciones debido a su fácil manejo y a su diseño de algoritmos para que todas las operaciones críticas se realicen en el mínimo tiempo. Para verificar que se están incorporando a las áreas restauradas individuos de especies arbustivas y/o herbáceas, se propone efectuar un muestreo a los 6 meses de establecida dicha actividad para un mayor éxito.

#### VI.1.4. Obras de restauración de suelos.

El suelo es la base de los procesos físicos, químicos y biológicos que sustentan la diversidad biológica terrestre; de su calidad, estado y conservación depende la continuidad de la producción de bienes y servicios ambientales. En este sentido, el objetivo de esta contribución es introducir de manera general un plan de manejo y las principales características de los suelos del estado, los principales procesos de deterioro a los que está sujeto, así como delinear algunos puntos que deben considerarse para elaborar una estrategia para su conservación. De las propiedades físicas del suelo la más sensible al deterioro es la estructura que, a su vez, influye de manera muy directa sobre el resto, como son la permeabilidad, drenaje y erosionabilidad del suelo. Por otra parte, las principales

actividades agresivas que afectan la calidad del suelo se pueden mencionar a la tala y deforestación indiscriminada, el sobrepastoreo y diferentes prácticas agrícolas mal realizadas.

#### Objetivos.

- ✓ Establecer, con carácter de obligatorio, las características técnicas para la construcción de obras y prácticas de conservación y restauración de suelos, para una acertada ejecución de los proyectos.
- ✓ Precisar la información generada y empatarlas con las reglas de operación vigentes en México.
- ✓ Realizar acciones de conservación y restauración de suelos forestales, que consisten en prácticas y obras para controlar la degradación del suelo o rehabilitarlo.
- ✓ Mencionar las especificaciones técnicas para los recursos forestales no maderables de clima árido semicálido con importancia económica.
- ✓ Establecer lineamientos para el manejo de los residuos de suelo resultante del proceso de preparación del sitio, construcción y abandono.

#### Alcances.

Integración de un documento que comprenda criterios, metodologías y procedimientos que deberán ser desarrollados, para la correcta ejecución de obras para la conservación y restauración de suelos; y dar cumplimiento las propuestas de prevención, mitigación y/o compensación ambiental de los impactos que podrá generar el proyecto de construcción de la modernización de la carretera.

- ✓ Identificar aquellos sitios potenciales para la implementación de obras de recuperación de suelo a lo largo del trazo del proyecto.
- ✓ Implementar las obras adecuadas y necesarias que permitan la restauración del suelo.
- ✓ Monitoreo de las obras y acciones desarrolladas para la restauración de suelo.
- ✓ Verificar e implementar las acciones para el correcto establecimiento y permanencia de las obras realizadas.

Se define al suelo como un cuerpo natural localizado en la superficie terrestre que soporta o es capaz de soportar plantas en forma natural. El suelo es no permanece quieto es dinámico, cambia con el tiempo y en el espacio, contiene material mineral y/o orgánico no consolidado que ha sido sujeto a factores. Un suelo difiere del material del cual se ha formado en características físicas, químicas, biológicas y morfológicas (SSSA, 1997), citado en (Bautista *et al.*, 2004). Es un importante componente de los ecosistemas, no únicamente por ser el sustrato de los productores primarios, sino que es igualmente elemental puesto que en él tienen lugar significativos procesos físicos como la infiltración y escurrimiento -del ciclo hidrológico-, a la vez es el medio donde se desarrollan y mantienen poblaciones complejas de microorganismos que hacen posible el mantenimiento de los ciclos biogeoquímicos esenciales para el mantenimiento de la vida, y en suma porque de su estabilidad depende la productividad biológica de los ecosistemas terrestres. Por otra parte, el suelo puede definirse, de acuerdo con el glosario de la Sociedad Americana de la Ciencia del Suelo (1984), como el material mineral no consolidado en la superficie de la tierra, que ha estado sometido a la influencia de factores genéticos y ambientales (material parental, clima, macro y microorganismos y topografía), actuando durante un determinado periodo. Es considerado también como un cuerpo natural involucrado en interacciones dinámicas con la atmósfera y con los estratos que están debajo de él, que influye en el clima y en el ciclo hidrológico del planeta, y que sirve como medio de crecimiento para diversos organismos. Además, el suelo juega un papel ambiental de suma importancia, ya que puede considerarse como un reactor bio-fisicoquímico en donde se descompone material de desecho que es reciclado dentro de él (Hillel 1998). El suelo es el recurso más intensamente utilizados por el hombre, ya que se encuentra relacionado con prácticamente todas sus actividades desde la producción de bienes y servicios básicos, hasta la construcción y desarrollo de culturas enteras, por lo que se considera la infraestructura operacional humana.

En México como a nivel mundial, el suelo sufre una degradación acelerada como consecuencia principalmente de diversas actividades humanas. La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), coloca a México entre los primeros lugares en este aspecto (con cerca de 50% de suelos severa y muy severamente degradados), comparado con el resto de sus países miembros. En América Latina, México se encuentra en un punto intermedio entre los países de Centro y Sudamérica (OCDE 2003). La degradación del suelo se refiere a los procesos naturales o inducidos por las actividades humanas que provocan la disminución de su productividad biológica o de su biodiversidad, así como de la capacidad actual o futura para sostener la vida. Las obras para conservación y restauración de suelos están destinadas a controlar los procesos de degradación, mantener la productividad potencial de los suelos, la retención de azúlgos y la captación de agua. La importancia del suelo radica en que la combinación de sus diferentes características fisicoquímicas, así como la diversidad de la flora y fauna que sostiene, configuran paisajes naturales, algunos de los cuales resultan tanto en una serie de servicios ambientales como en belleza escénica, variables que pueden ser consideradas para el establecimiento de áreas protegidas o para el desarrollo de actividades ecoturísticas, entre otros instrumentos de conservación y aprovechamiento sustentable. El suelo alberga una gran cantidad y diversidad de seres vivos: bacterias, hongos y otros microorganismos cuya abundancia se estima en millones por metro cuadrado (Chapin *et al.*, 2001). Existe una red compleja de interacciones entre la biodiversidad del suelo, el tipo de vegetación que éste sostiene y el funcionamiento de un ecosistema. La cubierta vegetal de un suelo afecta a la comunidad de organismos que lo habitan y, a su vez, la comunidad de organismos determina la productividad y la composición de la cubierta vegetal (Van der Putten, 2005).

### **IDENTIFICACIÓN Y PRIORIZACIÓN DE SITIOS PARA RESTAURACIÓN.**

Los pasos para la identificación del sitio son como siguen:

1. Seleccionar un área particular de interés para la conservación (una cuenca, un rango montañoso, etc.) que puede estar compuesto por varios ecosistemas diferentes, pero relacionados estrechamente entre sí y que posean un cierto número de valores biológicos de importancia, ya sea económica, biológica o una combinación de ambos.
2. Identificar los objetos de conservación prioritarios para el área (valores biológicos), que se pueden definir como ecosistemas, gremios, comunidades, especies, etc.
2. Explorar el área para seleccionar sitios más pequeños donde se presenten el sistema ecológico a recuperar.
3. Exploración visual del sitio para determinar el tipo de deterioro presente en el mismo (erosión, pérdida de vegetación, presencia de elementos vegetales en la 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, sobrepastoreo, etc.).
4. Identificar los objetos de conservación presentes en el sitio y su estado de salud (Valores biológicos).
5. Con base a los objetos de conservación encontrados para el sitio, se establecen las prioridades y necesidades de restauración para el mismo.

### **PREPARACIÓN DE SUELOS PARA LA REFORESTACIÓN**

#### **Acondicionamiento del sustrato del sitio del proyecto y en los sitios que se establezcan para la forestación y/o reforestación.**

Si existe la necesidad de reforestar sitios en donde el suelo este degradado, el éxito dependerá en gran medida de la preparación del terreno, por lo cual es necesario detectar con precisión cuales son las características negativas que más afectarían el establecimiento de las plantas y darse a la tarea de revertirlas artificialmente. A continuación, se presentan las principales limitantes de los suelos y la forma de tratarlos.

#### **a) Características adversas de los sitios.**

- **Suelos compactados.** Esta característica es muy común en suelos que se han utilizado con fines agropecuarios, y tienen la particularidad de presentar escaso espacio poroso dentro del suelo, lo que dificulta el desarrollo de las raíces y la penetración del agua dentro del suelo. Por lo general, en estos suelos al reducirse la infiltración del agua y aumentar el escurrimiento superficial, se presentan fuertes problemas de erosión, sobre todo cuando están ubicados en terrenos cerriles de fuerte pendiente. Cuando se ubican en un plano y se presentan lluvias torrenciales que rebasen la capacidad de infiltración de agua del suelo y la capacidad de evapotranspiración potencial del medio, pueden presentarse inundaciones temporales o permanentes. La forma de revertir la compactación del suelo es a través de la roturación del terreno, el cual se puede realizar por medio de maquinaria, tracción animal o manualmente, según lo permitan los recursos de que se disponga y la topografía del terreno. De lo que se trata es de remover el suelo tanto como sea posible, darle más porosidad, para que pueda ser capaz de infiltrar mayor cantidad de agua y permita el crecimiento radicular de las plantas. Es recomendable remover el suelo a una profundidad de 40 a 50 cm, en ocasiones estas profundidades implican hacer un subsoleo. Si por naturaleza el suelo es muy pesado y presenta gran cantidad de arcilla revertir la compactación por medio físicos solamente es poco viable, pues la des compactación durará poco tiempo si no se emplea otro tipo de estrategia. En este caso, a la remoción del suelo se debe sumar la incorporación de materia orgánica (hojarasca o esquilmos agrícolas), con la finalidad de darle mayor volumen.
  - **Rocosidad.** Cuando el terreno presenta alto porcentaje de rocosidad, definido como al afloramiento de la roca madre en la superficie del terreno, lo único que resta es detectar los sitios en que se da un acumulamiento de suelo que permita la introducción de la planta, pues no existe forma práctica de revertir esta deficiencia. En lo que se tendrá que poner mayor cuidado es en elegir especies que desarrollen más en lo horizontal su sistema radicular; las especies con prominente desarrollo vertical de la raíz pueden sufrir deformaciones en ésta que repercutan en el desarrollo de la planta. Es más conveniente en estos casos introducir plantas con afinidad a este tipo de condiciones (rupícolas), aunque no sean leñosas, pero que formen suelo como pueden ser nopales o magueyes.
  - **Deficiencias nutricionales.** Los suelos de las áreas que han estado expuestas a aprovechamientos agropecuarios y forestales comunes que presenten deficiencias físicas y en el contenido de algunos elementos nutricionales. Por lo general las deficiencias que más afectan el desarrollo de las plantas son la falta de nitrógeno, fósforo y potasio, aunque también es frecuente encontrar bajos niveles de bases (calcio, magnesio, etcétera) y estructura.

### PRINCIPALES ACCIONES EN PROTECCIÓN, CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE SUELOS.

Las técnicas de protección, conservación y restauración de suelos serán adaptadas de acuerdo a las condiciones del sitio. Estas técnicas deben de tener un soporte de datos, anteriormente caracterizadas a detalle como son: relieve, inclinación de pendientes, posición de sitio en el paisaje, estimadores de erosionabilidad, etc. Entre las actividades que podrán ser aplicadas al suelo del proyecto están: cerco vivo de especies (plantas), acciones de reforestación y el enriquecimiento del suelo con materia orgánica. Para otro tipo de acciones se tendrán que evaluar sitios aledaños, o zonas dentro del SAR, donde las características topográficas y condiciones permitan la implementación de las medidas.

- **Sistema de zanja–bordo (cordones de nivel).** Consiste en construir zanjas y bordos de tierra en sentido perpendicular a la pendiente, la zanja es de 0.4 m de ancho x 0.40 m de profundidad y el largo del terreno. Se adapta a terrenos con pendientes de 5 a 40%, el bordo se debe mantener con vegetación. Se recomienda una zanja bordo cada 20 m de distancia o menos dependiendo de la pendiente y de las características de los escurrimientos. El principal objetivo es disminuir la velocidad de los escurrimientos superficiales y la erosión, también sirven para conducir los escurrimientos a velocidades no erosivas a cauces de arroyos naturales o a cárcavas estabilizadas.

- **Zanja de infiltración (Zanjas Trinchera).** Las Zanjas de infiltración también se conocen como zanjas trincheras o tinas ciegas son zanjas y bordos en forma discontinua sobre curvas de nivel, formando un dique divisor entre zanja y zanja. Las dimensiones son de 0.4 m de ancho x 0.4 m de profundidad x 2.0 m de largo y el objetivo principal es disminuir los escurrimientos superficiales, disminuir la erosión e incrementar la cantidad de agua infiltrada al suelo.
- **Canales de desagüe.** Son zanjas para desalojar la escorrentía de ladera o proveniente de un sistema de acequias. Tienen la función de interceptar la escorrentía y conducirla hacia un cauce natural o a una cárcava estabilizada a velocidades no erosivas. Cuando no se dispone de un cauce natural al cual enviar los excedentes, se requerirá construir uno artificial, el que por seguir la pendiente principal del terreno tendrá una inclinación pronunciada que favorece la erosión; por lo tanto, es necesario protegerlo estableciendo vegetación en taludes y en el fondo. La sección más eficiente es la semicircular por presentar menor perímetro mojado y la trapezoidal también es eficiente. La pendiente máxima es de 2 a 2.5% para, longitudes menores de 30 m. y de 0.35 a 1 para longitudes de 30 a 150 m.
- **Control de Cárcavas.** Son una serie de actividades tendientes a detener el crecimiento de estas, reducir la velocidad de la escorrentía y retener el azolve aportado por el área de drenaje, hasta lograr el relleno y/o estabilización de los cauces. Para realizar el control de cárcavas se debe controlar el crecimiento de éstas en sus tres dimensiones: largo, ancho y profundidad.
- **Cabeceo de Cárcavas.** Su finalidad es evitar la erosión remontante, amortiguando la energía de caída de la escorrentía, mediante un revestimiento de piedra o malla y una lechada de cemento para proteger el suelo del desprendimiento por fricción, mientras el colchón hidráulico al pie de la rápida absorbe la energía de caída ya dentro del cauce. Se deben usar también zanjas derivadoras aguas arriba de la cárcava para conducir el escurrimiento del área de captación hacia otros desagües. Para construir este tipo de estructuras es necesario previamente suavizar los taludes con una pendiente de 30 a 40°, y generalmente esta estructura se acompaña con una presa de control de azolves situada precisamente al pie de la rápida.
- **Presas de Control de azolves.** Las presas de control de azolves son las principales obras para el control de la erosión en cárcavas, consisten en estructuras de distintos materiales colocadas transversalmente al flujo de la escorrentía. Las presas más usadas son las de piedra acomodada, estas presas se recomiendan hasta 3 metros de alto, se considera que para presas de hasta dos metros la base es de 1.5 veces la altura al vertedor y para presas mayores de 2m la base será de 1.75 veces la altura. Existen presas de distintos materiales y se debe buscar la más adecuada de acuerdo a las características de las cárcavas, los costos de construcción y el material disponible en la región.
- **Cerca viva de especies.** Está práctica busca estabilizar la frontera forestal con la agrícola y contribuir a incrementar la productividad de los terrenos preferentemente forestales que son utilizados para la agricultura. Los cercos vivos consisten en la plantación de árboles y arbustos de fácil enraizamiento y rápido crecimiento, así como cualquier otra planta de fácil enraizamiento y que aporte nitrógeno al suelo. Este tipo de cerca se hace sembrando, a altas densidades, especies espinosas, arbustivas o ambas, de rápido crecimiento en la periferia del terreno. Lo más recomendable para establecerlas es usar especies nativas que presenten las características mencionadas anteriormente, o bien especies capaces de adaptarse a la zona en cuestión. Probablemente, estas cercas en un inicio resulten ser algo costosas en términos de inversión, tiempo y esfuerzo; sin embargo, a futuro son las idóneas, ya que su funcionamiento y seguridad será permanente. Por otra parte, su mantenimiento sólo requerirá, ocasionalmente, el desrame sin ningún otro tipo de inversión. Es conveniente que este tipo de cercas acompañe a aquellas que no son de duración permanente, pues al desarrollarse las primeras, poco a poco irán sustituyendo a las cercas que necesitan ser constantemente renovadas.
- **Enriquecimiento del suelo con materia orgánica.** El empleo de materia orgánica, residuos de vegetación o de cultivos, mantienen los niveles nutrimentales en el suelo. Una parte de estos elementos del suelo pueden perderse por lavado y por empleo por la vegetación. *Abonos verdes.* Son cultivos o vegetación anterior que es empleado para abonar el terreno, estos deben de material fresco para un mejor aporte de









nutrimentos. Estos residuos verdes son enterrados para que aporten nutrientes al suelo. Dentro de los abonos empleados se encuentran las leguminosas. Estos abonos son recomendables sitios muy inclinados y con suelos son una alta susceptibilidad a la erosión, ya sea arenoso o arcilloso. También son recomendables en suelos someros ya que pueden incrementar su fuente de energía y nutrimental para la actividad microbiológica.

## CRITERIOS PARA LA EJECUCIÓN DE OBRAS DE SUELOS

Las obras y prácticas están destinadas a controlar los procesos de degradación, mantener la productividad potencial de los suelos, la retención de azolves y la captación de agua. Se realizan en terrenos forestales con presencia de degradación la cual puede ser ligera, moderada o severa. Se basan en una perspectiva de cuenca o microcuenca donde la primera instancia a contrarrestar es la pérdida de suelo en zonas de ladera y posteriormente en las cárcavas. Se deben priorizar las áreas que están dentro del SAR para la conservación y restauración.

### Proceso de Reforestación.

-  Identificación del área a reforestar.
-  Determinación de especies a utilizar.
-  Selección del germoplasma.
-  Obtención del material vegetativo y preparación y protección de los terrenos a reforestar.
-  Plantación.
-  Cuidado y evaluación de los trabajos de conservación.

### 1. Establecer la efectividad de las medidas de manejo de los residuos sólidos domésticos y de obra.

- ✓ Impactos potenciales: Contaminación del suelo y corrientes superficiales de agua por aportes de sedimentos, desechos de obras, residuos sólidos comunes y especiales y vertimientos de agua de origen doméstico y de construcción. Alteración del paisaje.
- ✓ Medidas de manejo del impacto: Las medidas de manejo consideradas para este impacto, corresponden a la gestión integral de los residuos sólidos, que incluye medidas en todas las etapas, desde la separación en la fuente, el almacenamiento y presentación, la recolección y el transporte y la disposición final. La gestión integral de residuos sólidos desarrolla manejos específicos para cada tipo de residuo generado durante la construcción y operación del proyecto: residuos sólidos convencionales, residuos sólidos de construcción y peligrosos.
- ✓ Medidas de seguimiento y monitoreo: Las medidas de seguimiento y monitoreo se realizará la cuantificación periódica de los residuos generados en relación con su aprovechamiento y su disposición. Para este seguimiento se establecerá un cronograma de recolección de residuos sólidos domésticos, de construcción y peligrosos y cuantificando los volúmenes o pesos generados por unidad de tiempo los cuales serán confrontadas con las cantidades manejadas en cada parte del proceso de gestión integral.
- ✓ Sitios de monitoreo: El monitoreo de residuos sólidos debe realizarse en cada uno de los sitios en donde se realizará el almacenamiento y disposición temporales y final.

### 2. Establecer la efectividad de las actividades para la preparación de suelos para la reforestación.

En los sitios en donde se realicen acciones de reforestación y tratamientos relacionados, se realizará el seguimiento con la medición de la eficacia de las plantaciones, consignando semestralmente información de los individuos sembrados que incluirá la Sobrevivencia, para hacer un seguimiento sobre el indicador: # de individuos vivos/# número de individuos sembrados. Esta medición se realizará semestralmente, hasta alcanzar la meta con resiembras del 95%. Toda vez que se observe un alto índice de sobrevivencia de las plantas y buen estado desarrollo (que no haya evidencia de carencias nutricionales), se podrá evaluar que las medidas de recuperación de suelo para mejorar su calidad fueron eficientes.

3. Establecer la efectividad de las actividades para la protección, conservación y restauración de suelos.
- Indicador: Evaluación de las características fisicoquímicas y biológicas del suelo antes de la ejecución de las obras de restauración y después de aplicadas. Evaluación de la contribución a la restauración de áreas, mediante la realización de trabajos de conservación y obras de restauración de suelos. Desde el punto de vista fisicoquímico, los suelos en Oaxaca presentan características muy variables, con diferencias en textura, pH, profundidad, contenido de materia orgánica, cantidad de nutrimentos, etcétera. Como ya se mencionó en el Capítulo IV los principales tipos de suelo del estado de acuerdo con la Clasificación Mundial de Suelos de la FAO, en donde destacan los Regosoles Eútrico. Las estrategias para la conservación de los suelos y su diversidad necesariamente deberán considerar como temas prioritarios:
    - a) La restauración de los suelos altamente degradados en ambientes particularmente frágiles como agostaderos y selvas bajas, y
    - b) La conservación y mejoramiento de los suelos en terrenos agrícolas y forestales.

Para lograr lo anterior es necesaria la implementación de políticas públicas que privilegien los intereses públicos sobre los privados y los criterios humanistas y ecológicos sobre los económicos.

### **ACCIONES DE REFORESTACIÓN (REOBLAMIENTO FORESTAL MULTIESPECIFICO)**

#### **Objetivos.**

Mediante acciones de reforestación con especies nativas en áreas asociadas con el Sistema Ambiental Regional, para lograr una reforestación en relación a la vegetación forestal a desmontar.

- Seleccionar sitios para reforestación adyacentes al camino.
- Selección de especies utilizadas para la restauración, susceptibles de ser utilizadas para la reforestación, respetando el entorno paisajístico del sitio.
- Aprovechamiento de especies autóctonas para ser utilizadas en la reforestación de las áreas destinadas para este fin mediante la replantación de ejemplares de especies rescatadas.
- Aplicar las técnicas de reforestación adecuadas a la región.
- Llevar a cabo el monitoreo de sobrevivencia de organismos trasplantados.

#### **Alcances.**

Integración del documento técnico, que comprenda los criterios, metodologías y procedimientos que deberán ser instrumentados, para llevar a cabo en forma correcta el Programa de Reforestación, en congruencia a los compromisos contraídos con la autoridad ambiental y los impactos que fueron evaluados.








#### **Fundamentos técnicos de la elección de especies.**

Cualquier programa de reforestación, rehabilitación o restauración de áreas implica realizar una serie de intervenciones dentro de la comunidad, la actividad más frecuente es la introducción de especies vegetales con el propósito de retener o mejorar el suelo, o bien inducir la recuperación de la cobertura de vegetación en un sitio, entre otros objetivos. Es importante tener presente que toda intervención que se realice en un sistema ambiental puede cambiar la trayectoria natural de recuperación del sitio. La selección de las especies utilizadas en la restauración, es de suma importancia, ya que implica cambiar algunos atributos de la estructura de la vegetación; por ejemplo, la densidad, la cobertura o incluso la riqueza de especies. La magnitud de las intervenciones que pueden realizarse en un sistema ambiental estará en función de la magnitud del daño, deterioro o evento de disturbio que se quiera "revertir". Los alcances del programa, es decir hasta dónde puedo resarcir los daños que presenta determinada área, nos indicarán el tipo de programa que se deba planear en función de sus alcances: remediar, rehabilitar o restaurar. Es deseable que toda actividad de reforestación se desarrolle dentro del marco de algún programa más amplio (remediación, rehabilitación o restauración), sin embargo, puede concebirse como una simple actividad de revegetación. En el caso del presente programa, las acciones de reforestación están diseñadas bajo lineamientos ecológicos que favorezcan la rehabilitación y en el mejor de los casos, la restauración de los sitios

degradados en los que se realizará la plantación de especies. La introducción de árboles nativos es una herramienta muy común dentro de las estrategias de restauración. Puede realizarse a partir de:

- Plantas recolectadas de fragmentos remanentes.
- Siembra directa de semillas recolectadas.
- Planta producida en viveros.
- Propagación vegetativa (estacas).
- Limpieza y mantenimiento de plantas existentes.

La selección de una u otra actividad dependerá fundamentalmente de las condiciones del arroyo, de las semillas y plantas, de los recursos económicos y materiales y del tiempo con que se cuente. Selección de especies. Para la selección de especies es necesario considerar no solamente su importancia ecológica, sino también las necesidades de las comunidades. Es recomendable revisar la información disponible sobre las especies nativas, así como consultar a la población local. Algunos de los criterios que se utilizan para seleccionar las especies para la restauración son:

-  Que fijen el nitrógeno en el suelo (leguminosas).
-  Que tengan buena capacidad para rebrotar.
-  Que crezcan rápidamente.
-  Que resistan condiciones limitantes (inundación, sequía, baja fertilidad, suelos compactados, acidez o salinidad del suelo).
-  Que tengan algún valor adicional (económico, ecológico o cultural).
-  Que no tiendan a propagarse de manera invasiva.
-  Que atraigan animales dispersores de semillas (que tenga frutos carnosos).

La forma en que dichas especies mejoran la calidad del microhábitat puede ser diversa involucrando procesos de facilitación, nodricismo, formación de islas de recursos, atracción de animales dispersores de semillas; por mencionar algunos de los procesos ecológicos involucrados. En zonas tropicales los procesos de sucesión secundaria son de suma importancia para la regeneración de la vegetación. El sistema ambiental regional dentro del cual se llevará a cabo el presente programa de reforestación comprende dos grandes tipos de unidades ambientales: aquellas cuyo uso es agrícola y las de uso forestal. Se realizarán recorridos dentro de la zona y a lo largo del camino para apoyar la selección de especies, que además se basará en investigación bibliográfica de los atributos y características ecológicas de las especies que conforman la comunidad. Especies que serán rescatadas en las actividades de desmonte y especies vegetales adicionales a utilizar. Con el propósito de recuperar la riqueza de especies en los sitios donde se realizará la plantación se propone introducir más de una especie vegetal. Dentro de dichas especies se encuentran aquellas que serán rescatadas previamente a las actividades de despalme; así como algunas especies arbustivas que forman parte de la comunidad y que deberán ser propagadas para tales fines.

### **Metodología propuesta para la reforestación.**

**Recurso vegetal:** Se deberán elegir las plantas más vigorosas, libres de plagas y enfermedades.

**Fuentes de semillas.** Se deben realizar recorridos de campo para localizar árboles que puedan servir como fuentes de semillas. Hay que localizar árboles que a simple vista se vean sanos y que tengan las características de calidad que buscamos, de acuerdo con cada especie. Es importante elaborar una lista de los árboles seleccionados, asentando su ubicación, identidad, tamaño y la época en la que esperamos encontrar frutos o semillas.

**Recolección de semillas.** Las semillas son la principal forma de reproducción de la mayoría de las plantas. Cuando se recolecta semillas, es preciso tener en cuenta:

- Utilizar bolsas de papel o manta, costalitos o recipientes no plásticos, todos marcados, para mantener frescas las semillas mientras son transportadas al vivero o sitio de aclimatación.
- Llevar un registro del sitio y de la fecha de recolección y, si es posible, apuntar el árbol del cual se recolectó. Esto permite anticipar la fecha de futuras recolecciones y saber con certezas cuáles son los árboles que proporcionan semillas de mejor calidad.
- Las recolecciones deben llevarse a cabo del mayor número de árboles posible, de preferencia de lugares cercanos al sitio de trabajo, para que las plantas producidas contengan la mayor variabilidad genética. Por esto mismo, es necesario mantener separadas las semillas que se recolectan de cada uno de los diferentes árboles madre.
- Se debe evitar cosechar semillas inmaduras, atacadas por insectos u otros animales, que se vean deformes o dañadas. Es recomendable realizar la recolección directamente de la planta cuando los frutos están maduros, y no del suelo donde ya pueden estar contaminadas.

**Endurecimiento de las plantas:** La mayoría de las especies germinan con rapidez y no necesitan tratamientos previos. Aunque hay algunas que pueden ser almacenadas, la mayor parte de las semillas de las especies se mueren con gran rapidez, por lo que es necesario sembrarlas en el menor tiempo posible. Para acelerar la germinación, se puede usar distintos tratamientos. Si no hay información sobre tratamientos que hayan desarrollado otras personas, es posible experimentar algunos, siempre y cuando se lleve un registro de lo que se hace. Por ejemplo:

- Secar las semillas al sol
- Romper la cubierta de manera mecánica
- Ponerlas en agua caliente (remojo, hervir) por no más de un minuto
- Ponerlas en ácido

Las plantas que germinen de esas semillas y que serán trasplantadas a los sitios a restaurar necesitan un tiempo de descanso o aclimatación antes de ser introducidas al sitio degradado, ya que las condiciones ambientales suelen ser muy contrastantes. Este tiempo de descanso y aclimatación no implica necesariamente la construcción de viveros o de otro tipo de infraestructura, sino simplemente la adecuación de sitios naturales, como debajo de un árbol de gran tamaño o dentro de un parche en regeneración. En este caso hay que tener cuidado que el ganado no se las coma. Esta etapa de manejo es para las plantas producidas a partir de semillas; su beneficio radica en que le da rusticidad a la planta al someterla a una ligera exposición a las condiciones ambientales directas. Si esta etapa no se lleva a cabo, la morfología de las plantas estará amoldada a las condiciones del vivero y no estará preparada para confrontar extremos naturales de factores limitativos en los sitios de plantación. Es por ello por lo que un mes antes de la reforestación se deberá suspender la fertilización, las plantas deberán estar a insolación total, y los riegos se aplicarán alternadamente entre someros y a saturación, además de retirarlos durante uno o dos días. Esto favorece a que las plantas presenten crecimiento leñoso en el tallo y ramas. Finalmente se recomienda aplicar un riego a saturación un día antes del transporte de las plantas.

#### **Preparación del terreno de plantación:**

La forma en la cual se colocarán las plantas en las parcelas es muy importante. Por ejemplo, se debe tener cuidado de no sembrar muchas plantas de la misma especie juntas, ya que esto puede atraer insectos y otros animales que las pueden atacar. Por esto se recomienda mezclar las especies en un mismo sitio. Lo ideal es hacer un esquema de la disposición espacial de las plantas, es decir, marcar en un mapa del lugar los sitios exactos en los que se colocará cada planta. En los proyectos de restauración se han utilizado diferentes diseños: en líneas, en grupos, al azar, intercalados, entre otros. Aunque el diseño espacial dependerá de los objetivos del proyecto y de los árboles preexistentes, el más utilizado es el diseño en líneas. Por otro lado, la distancia entre cada planta por sembrar definirá la densidad de individuos dentro de la parcela, es decir, el número de individuos por parcela. La densidad depende del tamaño que tengan las plantas al momento de su siembra y de su velocidad de crecimiento. El tipo de geoforma en que se ubican los sitios de reforestación corresponde a pie de monte por lo que predominan las

pendientes suaves o con terrenos casi planos, no obstante, se recomienda que la plantación se realice siguiendo curvas de nivel del terreno. Los sitios en que se planea realizar la reforestación han sido sometidos a cultivos por lo que puede tratarse de suelos pobres en nutrientes y con propiedades físicas adversas tales como densidad aparente alta y baja capacidad de retención de agua. Previo a la reforestación deberán analizarse las características del sitio y de ser necesario deberán tomarse las medidas pertinentes de mejoramiento de suelo. Los métodos deben ser empleados en concordancia con el tipo de deficiencias que se presenten y con los factores medioambientales adversos que se quiera contrarrestar. La práctica más común en la preparación del terreno consiste en intervenir sólo el sitio específico en donde se trasplantará o sembrará la planta. No obstante, se recomienda realizar una descompactación en el terreno y que el suelo producto de la excavación de las cepas de plantación se mezcle con el suelo que fue almacenado como producto de las actividades de desmonte y despalle. Esto último es de suma importancia ya que en suelos de uso agrícola la microbiota suele ser bastante reducida y a lo largo del camino existen procesos naturales de sucesión secundaria donde están presentes especies que presentan asociaciones micorrízicas o nódulos por lo que la diversidad de la microbiota que existe en dicho suelo es mucho mayor a la de los suelos de uso agrícola. Realizar esta mezcla de suelo además representa la posibilidad de que se incremente la diversidad de flora al estar introduciendo también parte del banco de semillas que existe en forma natural en los sitios de vegetación secundaria. Todo esto incrementa la posibilidad, si las condiciones ambientales lo permiten, que se establezcan con mayor facilidad procesos de sucesión que promuevan la restauración de los sitios.

#### **Trasplante.**

Las plantas deben ser trasplantadas a sitios que han sido seleccionados y preparados tiempo antes. Por ejemplo, si el sitio necesita limpieza o chaponeo, estas actividades deben realizarse unos días antes del trasplante. Es recomendable cavar el hoyo donde se sembrará el arbolito en el mismo momento del trasplante, para que la tierra esté húmeda y suelta, y también es recomendable hacerlo por la mañana, para que el sol no la reseque. Cuando se dispone de buena tierra, se puede hacer el hoyo del doble del tamaño de la bolsa para rellenarlo con dicha tierra. De esta manera, las raíces tienen mayor materia orgánica.

Otra opción es invertir la tierra, es decir, que la tierra que se quita de la parte más profunda del hoyo se coloca por encima de la planta. La bolsa plástica debe quitarse de la planta con cuidado para no dañar sus raíces. En algunos casos, podrá ser necesario regar las plantas hasta que éstas se afiancen bien en la tierra. Siempre que sea posible, el trasplante debe realizarse en la época de lluvias para favorecer un mejor establecimiento en las parcelas.

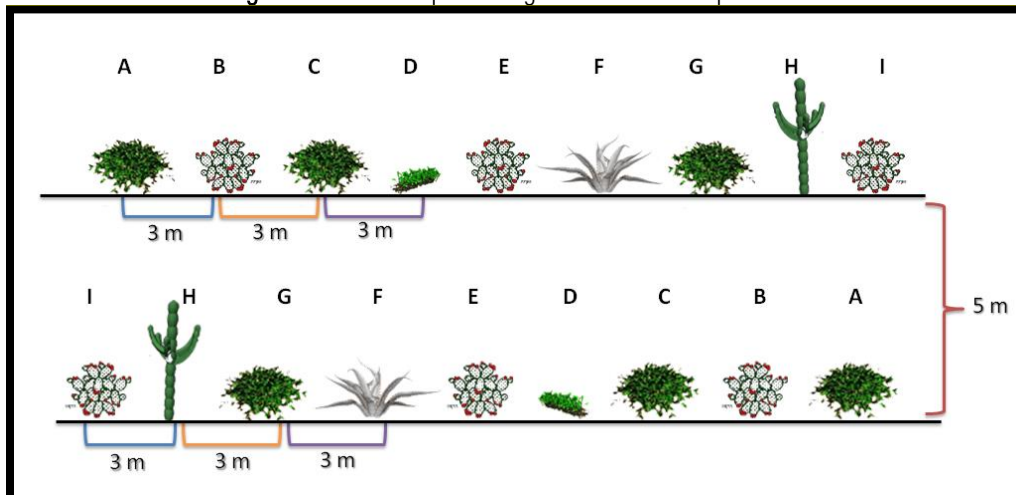
#### **Siembra directa.**

Algunas especies tienen la capacidad de germinar por sí solas en los sitios degradados, un ejemplo de esto es el plumillo. En estos casos, no es necesario germinar la semilla y trasplantar la plantita hasta el sitio, sino que se pueden sembrar directamente las semillas. Con la siembra directa se ahorra el esfuerzo de producir la planta, pero siempre será necesario invertir otro esfuerzo en evitar que las hormigas o ratones se coman las semillas. Una manera de establecer especies por siembra directa es proteger las semillas sembradas con una malla metálica, la cual se retira del sitio, una vez que la semilla haya germinado.

**Protección de la plantación y mantenimiento:** Para proteger la plantación contra factores de disturbio como el pisoteo y ramoneo del ganado, se recomienda colocar una cerca en el perímetro de la plantación; y el deshierbe del perímetro (20 cm) de las plantas introducidas. En caso de ser necesario se deberá proveer riego a los individuos plantados; teniendo siempre en cuenta los requerimientos hídricos de cada especie. Las distancias de plantación de los individuos (trazado), tomando en cuenta las características biológicas de las especies que pretenden utilizarse. Durante recorridos realizados en campo se observó que las especies de arbustos que aquí se incluyen llegan a tener alrededor de dos metros de cobertura, a veces más, por lo cual se eligió plantar a una distancia entre individuos de 3 metros y se intercalaron con individuos de especies no leñosas cuya cobertura es menor, incluyendo así todas las especies en el ensamble diseñado. La siembra de especies se realizará en un arreglo de

tres bolillo siguiendo curvas de nivel a una distancia de 5 metros; dicha distancia se eligió con el propósito de incrementar la densidad de especies debido a la zona donde se encuentra el proyecto.

**Imagen VI. 1.** Orden que se seguirá el diseño de plantación.



Fuente: SECIRA, 2021.

### Indicadores de seguimiento.

Una vez que se ha definido el objetivo y las herramientas, hay que definir las metas de restauración. Las metas son diferentes de los objetivos porque se definen de manera puntual, con números o valores específicos. Definir metas claras nos permitirá evaluar si nuestro proyecto avanza, está estancado o tiene problemas para alcanzar sus metas. El seguimiento de las actividades resulta fundamental, ya que es la manera de saber si el proyecto va por buen camino o si necesita ajustes o correcciones. Para poder dar un buen seguimiento tendremos que haber definido metas claras. En el seguimiento del proyecto debemos evaluar si las actividades planeadas se han cumplido en tiempo y forma, si las personas involucradas están conformes con el desarrollo del proyecto, si las plantas han recibido el cuidado necesario, etc. En cambio, el monitoreo es el seguimiento específico de los resultados de las actividades de restauración. Cuando sembramos semillas o plantas para recuperar la vegetación, es necesario monitorear el desarrollo de las plantas, y para ello es necesario definir algunas variables que funcionarán como indicadores de los resultados. Los indicadores más utilizados son:

- Supervivencia. Es el número de individuos vivos de una especie, en un momento determinado.
- Altura. En las plantas se mide desde la base hasta su extremo superior. No se usa para las estacas ya que en lugar de crecer éstas suelen producir ramas nuevas.
- Diámetro en la base. Es el diámetro del tronco en la base de la planta, es decir, a la altura del suelo.
- Diámetro a la altura del pecho (d.a.p.). Es el diámetro medido a la altura de nuestro pecho. En general, se mide a unos 130 cm del suelo. Solo se utiliza para medir árboles jóvenes o adultos (mayores a 1.5 m de altura).
- Cobertura de la copa. Es una medida de la cantidad de sombra que puede generar una planta. Se miden dos valores del ancho de la copa del árbol (en forma de cruz) y estos valores se multiplican entre sí. Una vez definidos los indicadores que se utilizarán para monitorear y dar seguimiento a las actividades, se debe planificar la frecuencia de medición.

Adicionalmente como indicadores de seguimiento para evaluar la eficiencia de este programa de reforestación se considerarán los siguientes parámetros en base a una estimación numérica:

1. Superficie reforestada en proporción de 3:1 contra el desmonte de vegetación forestal.
2. Número de individuos propagados, de acuerdo a los requerimientos.
3. Supervivencia de plantas en vivero antes de su plantación en campo.
4. Número de ejemplares plantados en los sitios propuestos.
5. Porcentaje de supervivencia de ejemplares plantados.

Otros indicadores de la sucesión ecológica que no son medibles, pero que muestran el desarrollo de la sucesión vegetal, son el reclutamiento de especies vegetales secundarias de sucesiones avanzadas o de especies primarias, y la presencia de especies animales especialistas y no generalistas. Sin embargo, el reclutamiento de especies vegetales secundarias de sucesiones avanzadas o de especies primarias y su registro requeriría de un período largo de espera, sobre todo contando con que varias de las especies integradas a la reforestación son especies pioneras en las sucesiones y el reclutamiento de plántulas de estas especies no demostraría un avance sustancial de la sucesión. Sin embargo, la presencia de ciertos gremios de fauna generalista en áreas perturbadas, contra la presencia de especies especialistas en hábitats con calidad ambiental, es un factor que se considera mejor parámetro para evaluar el desarrollo de la sucesión en este caso particular, donde el monitoreo de las plantaciones se plantea a 5 años.

## VI.2. Agrupación de Impactos de Acuerdo con las Medidas de Prevención, Mitigación o Compensación Propuestas.

Las medidas de mitigación para el Proyecto, se presentan agrupadas, en función del impacto ambiental que habrá de ser atendido y controlado, como se observa en la siguiente Tabla.

**Tabla VI. 16.** Agrupación de las medidas de mitigación, por tipo de impacto ambiental para el Proyecto.

IMPACTO POR CONTROLAR	MEDIDA	TIPO DE MEDIDA	VIGILANCIA	
			INICIO	TERMINO
Contaminación o afectaciones de corrientes hidrológicas intermitentes.	Programa de manejo integral de residuos sólidos peligrosos y no peligrosos.	Preventiva	Preparación del sitio	Operación y mantenimiento
	Uso de sanitarios portátiles con disposición adecuada de los residuos generados.	Preventiva	Preparación del sitio	Final de la Construcción
	Incorporación de mejoras al drenaje de las corrientes hidrológicas intermitentes	Mitigación	Preparación de terraplenes	Previo al inicio de operación.
	Recuperación de materiales caídos incidentalmente al interior del cauce.	Correctiva	Preparación de terraplenes	Final de la construcción
	Reforestación con vegetación en márgenes de arroyos intermitentes y en corrientes hidrológicas con posibilidades de erosión	Compensación	Previo a la operación del proyecto.	Operación y mantenimiento.
Eliminación de la cobertura vegetal en la trayectoria del proyecto.	Eliminar la vegetación de forma manual y dirigida, sin utilizar maquinaria o sustancias químicas.	Preventiva	Preparación del sitio	Preparación del sitio
	Retirar y/o reubicar la vegetación de manera selectiva, iniciar con vegetación de interés comercial o ecológico para los pobladores o dueños de los predios, posteriormente retirar la vegetación restante.	Preventiva	Preparación del sitio	Preparación del sitio
	Evitar la quema de restos y estratos vegetales.	Preventiva	Preparación	Preparación
	Depositar suelo y material vegetal en la superficie adyacente de las zonas de obra, taludes de terraplenes o terrenos con signos de deterioro.	Compensación	Preparación del sitio	Construcción
	Realizar el troceo de vegetación en el lugar de caída; posteriormente retirar y triturar la vegetación para mezclarla con el material edáfico e incorporar esta mezcla en áreas verdes, arroyos de taludes, sitios degradados o áreas de rehabilitación o mejoramiento ambiental.	Compensación	Preparación del sitio	Construcción
	Establecer acciones para la recuperación de material vegetativo y germoplasma proveniente de las zonas afectadas para su posterior utilización en un programa de revegetación, considerando las especies aprovechadas por la fauna silvestre y de interés especial.	Compensación	Preparación del sitio	Construcción
	La empresa constructora debe propiciar la reproducción y establecimiento de nuevos individuos vegetales para la protección y mejoramiento de hábitat, taludes de cortes, cauce, áreas con signos de deterioro, incluso en la zona del banco de extracción de materiales.	Compensación	Preparación del sitio y construcción	Operación y Mantenimiento
Migración y descenso de las poblaciones de la fauna silvestre	Realizar una campaña de revegetación con especies locales, incluyendo a la población, en todo el proyecto y asegurando su sobrevivencia y mantenimiento adecuado	Compensación	Construcción	Operación y Mantenimiento
	Permitir y facilitar el movimiento de la fauna silvestre existente en toda la trayectoria del proyecto, sobre todo las aves, así como especies de lento desplazamiento.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
	Establecer como una actividad cotidiana, durante todo el tiempo de trabajo en el trazo del proyecto, el ahuyentamiento de la fauna al inicio de la jornada diaria y reubicación de sus madrigueras o nidos.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
Evitar las afectaciones a la vegetación y fauna por inconciencia ambiental de los trabajadores y población local.	La empresa constructora debe otorgar capacitación ambiental y establecer prohibiciones estrictas y sanciones a los trabajadores, conductores y operadores de maquinaria pesada, para evitar acciones que ocasionen afectaciones a la vegetación y la prohibición de caza, captura y compraventa y la muerte de cualquier organismo de la fauna.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
	Otorgar capacitación ambiental a los operadores de maquinaria y equipo pesado, previo al inicio de sus actividades en los distintos frentes de trabajo.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
	Colocación de señalamientos preventivos para salvaguardar la fauna y flora silvestre.	Preventiva	Preparación del sitio	Operación y mantenimiento
	Otorgar capacitación y educación ambiental a los pobladores de las localidades, para prevenir afectaciones a la fauna y la vegetación, así como la disposición inadecuada de residuos sólidos y líquidos.	Preventiva	Preparación del sitio	Operación y mantenimiento
Despalme y eliminación de los horizontes del suelo	La empresa constructora debe comprobar la capacitación ambiental otorgada a todo el personal integrado en el proyecto.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
	Durante el despalme del suelo en el cauce de arroyos intermitentes, movilizar el material edáfico en sentido contrario a la pendiente, es decir aguas arriba de todas las corrientes hidrológicas, evitando su caída a su interior.	Preventiva	Preparación del sitio	Preparación del sitio
	Establecer áreas definidas para almacenar y conservar la capa superficial de suelo natural removido para después ser mezclado con residuos vegetales, funcionando como un excelente banco de germoplasma y ser utilizado en la rehabilitación ambiental, áreas verdes, revegetación y o en la rehabilitación de zonas de interés ecológico.	Compensación	Preparación del sitio	Construcción
Afectaciones a las condiciones hidrológicas de arroyos intermitentes	Previo a la temporada de lluvias, dar mantenimiento preventivo al acceso de la zona de trabajo, para evitar la erosión o denudación de la superficie de rodamiento, así como la socavación por la corriente hidrológica.	Preventiva	Construcción	Operación y Mantenimiento
	Utilizar el material despalmeado como base del terraplén para los terrenos cercanos a los cauces hidrológicos.	Correctiva	Preparación del sitio	Construcción
	Evitar la caída de materiales al cauce de arroyos intermitentes, mediante un distanciamiento o una barrera de protección entre el área de trabajo y la zona del cauce.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
	Evitar la caída de materiales al cauce de arroyos intermitentes, en caso de una caída incidental, retirarlos inmediatamente para restablecer la dinámica hidrológica.	Correctiva	Preparación del sitio	Construcción
	Integrar líneas de drenajes del camino de acceso hacia los arroyos intermitentes en las zonas bajas y adyacentes del terraplén, para evitar mayor erosión y socavación de la parte baja.	Mitigación	Construcción	Operación y Mantenimiento
Realizar la excavación y actividades asociadas a la construcción, durante la época de sequía.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción	



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL CAMINO: "GUADALUPE VICTORIA - SAN ANTONIO OCOTLÁN - E.C. (SAN PEDRO AMUZGOS - CACAHUATEPEC) - RAMAL A SAN PEDRO AMUZGOS, TRAMO DEL KM. 0+000 AL KM. 9+000, CON UNA META DE 9.0 KM.", UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.



IMPACTO POR CONTROLAR	MEDIDA	TIPO DE MEDIDA	VIGILANCIA	
			INICIO	TERMINO
Generación de residuos domésticos, sobrantes de obra y escombros	Retirar todos los materiales sobrantes de la obra, escombros y residuos, para favorecer las condiciones para el retorno de la vegetación en la zona de obra.	Correctiva	Construcción	Construcción
	La empresa constructora debe contar con un programa de manejo de residuos domésticos, con bitácora, almacenamiento temporal y el sitio autorizado para la disposición final; debe indicar la existencia de acciones de reciclaje de residuos, bajo su responsabilidad.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
Generación de residuos peligrosos derivados por las acciones de mantenimiento preventivo correctivo de maquinaria equipo y vehículos	Las instalaciones fijas de la empresa constructora, debe contar con su registro de generador de residuos peligrosos ante la SEMARNAT y manifiestos de generación de residuos peligrosos.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
	Desarrollar un programa de manejo de residuos peligrosos, con la bitácora respectiva, asegurando su almacenamiento temporal y contrato con la empresa especializada autorizada que dará disposición final de los residuos peligrosos.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
Generación de polvos y ruido en los distintos frentes de trabajo	Durante la temporada de sequía se habrán de generar gran cantidad de polvos, es importante regar la zona de trabajo, con agua tratada.	Mitigación	Preparación del sitio	Construcción
	La circulación y el tránsito de los vehículos de carga deben cumplir con la exigencia de cubrir con lona la caja y respetar los límites de velocidad, principalmente en la zona urbana.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
Afectaciones a la calidad del aire por la operación de los vehículos	La empresa constructora debe desarrollar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos de carga utilizados, que deben contar con la verificación federal y cumplir con la normatividad vigente en materia de emisiones a la atmósfera.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
Afectaciones a la calidad del aire y posible contaminación a suelo y agua	La empresa constructora debe aplicar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos y maquinaria pesada utilizada y el manejo de residuos peligrosos.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
	Al concluir las actividades asociadas al proyecto se debe retirar la maquinaria y equipo, evitando la caída accidental de contaminantes al suelo o cuerpos de agua.	Correctiva	Final de la construcción	Previo a la operación
Prevención de los accidentes de trabajo	Capacitar a los trabajadores y dotar de equipo de protección personal y vigilar su adecuado uso, así como incluir letreros donde se señalen estrictas prohibiciones para evitar algún tipo de accidente.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
Evitar la contaminación fecal por los trabajadores	Uso de sanitarios portátiles, arrendados a empresas especializadas y autorizadas, evitando la disposición de los residuos directamente a cualquier corriente hidrológica, responsabilizando a la empresa arrendadora de cualquier incidente de este tipo.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
Conflictos sociales y retraso de las obras	Indemnizar a los propietarios de los terrenos, en tiempo y forma.	Preventiva	Preparación del sitio	Preparación del sitio
Seguridad al tránsito de la población y conductores durante la construcción de la obra.	Asegurar el tráfico libre y seguro de los visitantes y conductores hacia todos los frentes o zonas de trabajo incluyendo vigilancia durante los días de trabajo y señalamientos diurnos y nocturnos, suficientes en días de descanso.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
Posibles accidentes vehiculares, tráfico de maquinaria y equipo pesado.	La empresa constructora debe integrar suficientes señalamientos informativos y preventivos a lo largo de toda la ruta recorrida por los vehículos de carga y realizar su mantenimiento periódico.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
Evitar accidentes por exceso de velocidad	Establecer controles y límites máximos de velocidad en el trazo de la carretera, sobre todo en la zona urbana, para atender los nodos conflictivos.	Preventiva	Preparación del sitio	Operación y mantenimiento
	Integrar suficientes fantasmas, vallas de contención, señalamientos informativos y preventivos en toda la trayectoria del Proyecto.	Preventiva	Construcción	Operación y mantenimiento
Afectaciones ambientales en el banco de materiales	El dueño del banco de materiales debe contar con el permiso vigente de explotación del banco de materiales, otorgado por la autoridad estatal correspondiente.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
	El dueño del banco de materiales debe dar mantenimiento preventivo a los caminos de acceso, a fin de evitar la erosión o denudación de la superficie de rodamiento y socavación ocasionada por la corriente superficial.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
	El dueño del banco de materiales debe desarrollar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria, equipos y vehículos, que deben cumplir con la verificación federal y la normatividad vigente.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
	El dueño del banco de materiales debe integrar suficientes señalamientos y otorgar su mantenimiento periódico a lo largo de la trayectoria de los vehículos de carga.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
	El propietario del banco de materiales debe realizar las siguientes acciones de protección ambiental: control de polvos, rehabilitación y un programa de revegetación de áreas del banco de materiales que ya no serán explotadas.	Mitigación y Compensación	Preparación del sitio	Construcción
El dueño del banco de materiales debe establecer controles y límites máximos de velocidad dentro de la zona de carga y trasiego de los vehículos de carga, con sanciones a su incumplimiento	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción	

Fuente: SECIRA, 2021.

### VI.3. Descripción de la Estrategia o del Sistema de Medidas de Mitigación.

Las medidas de mitigación anteriores cuentan con una estrategia, que está caracterizada con objetivos, alcances, procedimientos, recursos, indicadores, periodicidad, registro del cumplimiento, las cuales se indican en la siguiente tabla:

**Tabla VI. 17. Características de las medidas de mitigación del Proyecto.**

OBJETIVO	ALCANCES	PROCEDIMIENTO	RECURSOS NECESARIOS	INDICADORES	PERIODICIDAD	REGISTRO DEL CUMPLIMIENTO
Compensar la eliminación de la vegetación eliminada en la trayectoria del proyecto.	100%	Recuperar organismos, material vegetativo, semillas y germoplasma de las zonas afectadas para su posterior utilización en un programa de revegetación, previo a la temporada de lluvias, considerando especialmente las especies con estatus, las aprovechadas por la fauna silvestre y las de interés especial, como son aquellas especies emblemáticas de la región.	Suelo despalmado. Material vegetativo Semillas, germoplasma vegetal y la coordinación y participación con la población local y visitantes.	Número de individuos plantados Tasa de sobrevivencia.	Cada seis meses realizar un inventario de los individuos plantados, todo el tiempo que requiera la construcción del proyecto.	Informe semestral de las acciones realizadas.
		La constructora debe reproducir y establecer plantas en sitios para recuperación, protección y mejoramiento de hábitat, áreas verdes, cauce de arroyos intermitentes o banco de materiales.				
		Realizar campañas de revegetación con especies locales y con la participación de la población local, asegurando su sobrevivencia y mantenimiento.				
Compensar las afectaciones sobre la fauna	90%	Permitir y facilitar el escape de la fauna silvestre existente en toda la trayectoria del proyecto y en la cercanía de cuerpos de agua.  Establecer acciones de protección a toda la fauna, mediante la elaboración de un catálogo de fauna y la capacitación ambiental a todos los trabajadores que incidan en esta zona, con sanciones estrictas a su incumplimiento.	Elaborar el catálogo de fauna silvestre o folletos informativos. Elaborar el Reglamento de trabajo del personal, en materia de protección ambiental.	Numero de organismos afectados. Numero de nidos y madrigueras reubicadas. Numero de catálogos o folletos publicados. Número de señalamientos colocados.	Semanalmente y un concentrado Mensual, durante todo el tiempo que dure el proyecto.	Informe mensual de las acciones realizadas.
		Establecer como una actividad cotidiana, durante todo el tiempo de trabajo en el trazo del proyecto, el ahuyentamiento de la fauna al inicio de la jornada diaria y reubicación de sus madrigueras o nidos.				
		La empresa constructora debe establecer prohibiciones estrictas y sanciones a todos los trabajadores, para evitar la caza, captura y compraventa y muerte de cualquier organismo de la fauna. Colocar señalamientos preventivos e información alusiva de la fauna silvestre, para su protección y su conocimiento.				
Mitigar el efecto del despalme y eliminación de los horizontes del suelo	80%	Establecer áreas definidas para almacenar y conservar la capa superficial de suelo removido para después ser mezclado con residuos vegetales y ser reutilizado en actividades de rehabilitación ambiental, áreas verdes o en zonas de revegetación. Es necesario destacar que el material edáfico contiene semillas en estado de latencia y microorganismos, que lo convierten en un importante banco de germoplasma, para después disponerla en sitios degradados o de interés para la conservación.	Transportación del suelo al sitio de almacén del suelo. Camiones de carga (los mismos que realizan el acarreo de material) Personal para mezclar la vegetación y suelo	Volumen de suelo recuperado y reutilizado	Solo durante las acciones de despalme	Informe de los volúmenes reutilizados de suelo (número de camiones obtenidos).
Proteger la calidad del agua de arroyos intermitentes.	80%	Realizar la excavación y actividades asociadas a la construcción en zonas cercanas a los arroyos intermitentes, durante la época de sequía, permitiendo un desarrollo de actividades de manera más expedita.	Planeación de los trabajos.	Número de actividades programadas en cada cauce.	Previo al inicio de las actividades constructivas.	Planeación de las actividades a realizar.
		Evitar la caída de materiales al cauce de arroyos intermitentes, estableciendo un distanciamiento o una barrera física, de protección entre el área de trabajo y el cauce. En caso de caída incidental, retirarlos inmediatamente para restablecer la dinámica hidrológica.	Maquinaria y camiones de carga, así como personal auxiliar.	Volumen estimado de material caído a los cauces. Extracción del material caído.	Reporte de los incidentes de caída de material.	Volumen material recuperado del cauce
Reducir el riesgo de contaminación del agua y suelo por la generación de residuos	100%	Desarrollar un programa de manejo de residuos peligrosos, con la bitácora respectiva, asegurando su almacenamiento temporal y contrato con la empresa especializada autorizada que dará disposición final de los residuos peligrosos.	Contenedores, sitios de almacenamiento temporal y personal para las actividades del programa.	Volumen de residuos manejados durante toda la obra.	Concentrado Mensual, a partir de reportes semanales.	Bitácoras. Contrato con empresa para el manejo de Residuos peligrosos. Manifiesto de residuos peligrosos.
		La empresa constructora debe contar con un programa de manejo de residuos domésticos, con bitácora, donde se especifique el lugar de almacenamiento temporal y el sitio autorizado para la disposición final; debe indicar la existencia de acciones de reciclaje de residuos, bajo su responsabilidad.	Personal para carga de residuos y transporte.	Volumen de residuos retirados de sitios de obra.	Semanal	Bitácora de residuos de obra recuperados.
		Retirar inmediatamente todos los materiales sobrantes, escombros, residuos y favorecer el retorno de la vegetación alrededor de la obra.	Contrato para sanitarios portátiles	Numero de sanitarios	Todo el tiempo que dure la obra.	Arrendamiento

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL CAMINO: "GUADALUPE VICTORIA - SAN ANTONIO OCOTLÁN - E.C. (SAN PEDRO AMUZGOS - CACAHUATEPEC) - RAMAL A SAN PEDRO AMUZGOS, TRAMO DEL KM. 0+000 AL KM. 9+000, CON UNA META DE 9.0 KM.", UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.



OBJETIVO	ALCANCES	PROCEDIMIENTO	RECURSOS NECESARIOS	INDICADORES	PERIODICIDAD	REGISTRO DEL CUMPLIMIENTO
Reducir el nivel de afectación de la calidad del aire.	80%	La empresa constructora debe aplicar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos, equipos y maquinaria.	Taller de mantenimiento.	Programa de mantenimiento Verificación vehicular	Semestral	Bitácoras de mantenimiento de los equipos, maquinaria y vehículos.
		La circulación y el tránsito de los vehículos de carga deben ser con una cubierta de lona en la caja y sobre los materiales transportados.	Personal para el mantenimiento.			
		La empresa constructora debe tener un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos de carga, contar con la verificación federal y cumplir con la normatividad vigente en materia de emisiones a la atmósfera.	Refacciones e insumos necesarios. Tramitar la verificación federal vehicular.			
		Respetar los límites de velocidad, principalmente en la Zona Poblada.	Reglamento interno aplicable a vehículos			
Evitar la inestabilidad de los materiales geológicos	90%	Regar la zona de trabajo.	Pipa de agua.	Volumen de agua utilizada	Semanal	Bitácoras de obra.
		Estabilizar los cortes, taludes y terraplenes, con muros de concreto en zonas de fuerte pendiente o con materiales inestables.	Personal. Materiales de construcción	Número de obras de protección realizadas	Mensual	Informe de las obras de protección realizadas.
		Establecer un programa de vigilancia y monitoreo de zonas inestables. Proteger los taludes con vegetación natural, con especies endémicas colonizadoras y gramíneas.	Semillas de pasto. Germoplasma	Semillas y germoplasma utilizados		
Concientizar a los trabajadores de la importancia de la protección ambiental	100%	La empresa constructora debe ofrecer capacitación ambiental a supervisores, operadores de maquinaria y equipo pesado, conductores de vehículos, previo al inicio de actividades. Otorgar capacitación y educación ambiental a los pobladores	Materiales para los cursos Instructor	Cursos ofrecidos Número de personal capacitado Asistentes	Todo el tiempo que dure la obra	Materiales impresos, informes, pago a instructores y convenio realizado.
Ofrecer condiciones de seguridad a la población	100%	Asegurar el tráfico libre y seguro de los pobladores y conductores a lo largo del trayecto del proyecto, durante la preparación del sitio y la construcción del proyecto, con la inclusión y permanencia de personal de vigilancia del control de tráfico, movimiento vehicular y maquinaria e incorporar señalamientos visuales y luminosos suficientes.	Personal de vigilancia y control de tráfico. Señalamientos de protección	Personal contratado Número de incidentes Señalamientos incorporados	Todo el tiempo que dure la obra	Facturas de compra. Nóminas del personal Reportes de incidentes.
Ofrecer condiciones de seguridad y salud en el trabajo al personal	90%	La empresa constructora debe integrar suficientes señalamientos informativos y preventivos a lo largo de toda la ruta recorrida por los vehículos de carga y realizar su mantenimiento periódico. Dotar de equipo de protección personal y vigilar su adecuado uso, e incluir letreros señalando las prohibiciones para evitar algún tipo de accidente.	Señalamientos Equipo de protección personal Reglamento de uso Capacitación	Señalamientos integrados. Equipos de protección personal Número de cursos	Todo el tiempo que dure la obra.	Facturas de compra Pago a instructores.
Evitar conflictos sociales	100%	Indemnizar a los propietarios de los terrenos utilizados para la construcción del proyecto.	Pago de los predios	Conflictos y retraso de obra	Previo al inicio de actividades	Contrato con propietarios.
Atender las afectaciones ambientales que ocurren en el banco de materiales	80%	El propietario del banco debe contar con el permiso vigente de explotación.	Documentación, informes, permisos, bitácoras, autorización que debe poseer el propietario del banco de materiales	Grado de cumplimiento de todos los rubros por parte del propietario del banco de materiales	Durante todo el tiempo que se extraiga material del banco, prácticamente la etapa de construcción.	Documentación vigente y pertinente de las acciones realizadas por el propietario del banco de materiales.
		El propietario del banco debe dar mantenimiento preventivo periódico a los caminos de acceso.				
		El propietario del banco debe desarrollar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria, equipos y vehículos utilizados y cumplir con la verificación federal y normatividad vigente.				
		El propietario del banco debe integrar suficientes señalamientos y otorgar su mantenimiento periódico a lo largo de la trayectoria de vehículos de carga.				
		El propietario del banco debe realizar el control de polvos, rehabilitación de áreas explotadas y desarrollar un programa de protección ambiental, como la revegetación y protección de la fauna silvestre.				

Fuente: SECIRA, 2021.

#### VI.4. 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 indisolubles, 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: deberá ser elaborado a manera de evaluación y conclusión del desarrollo de la obra; de ser necesario, se entregará un informe final a las autoridades que 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 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)

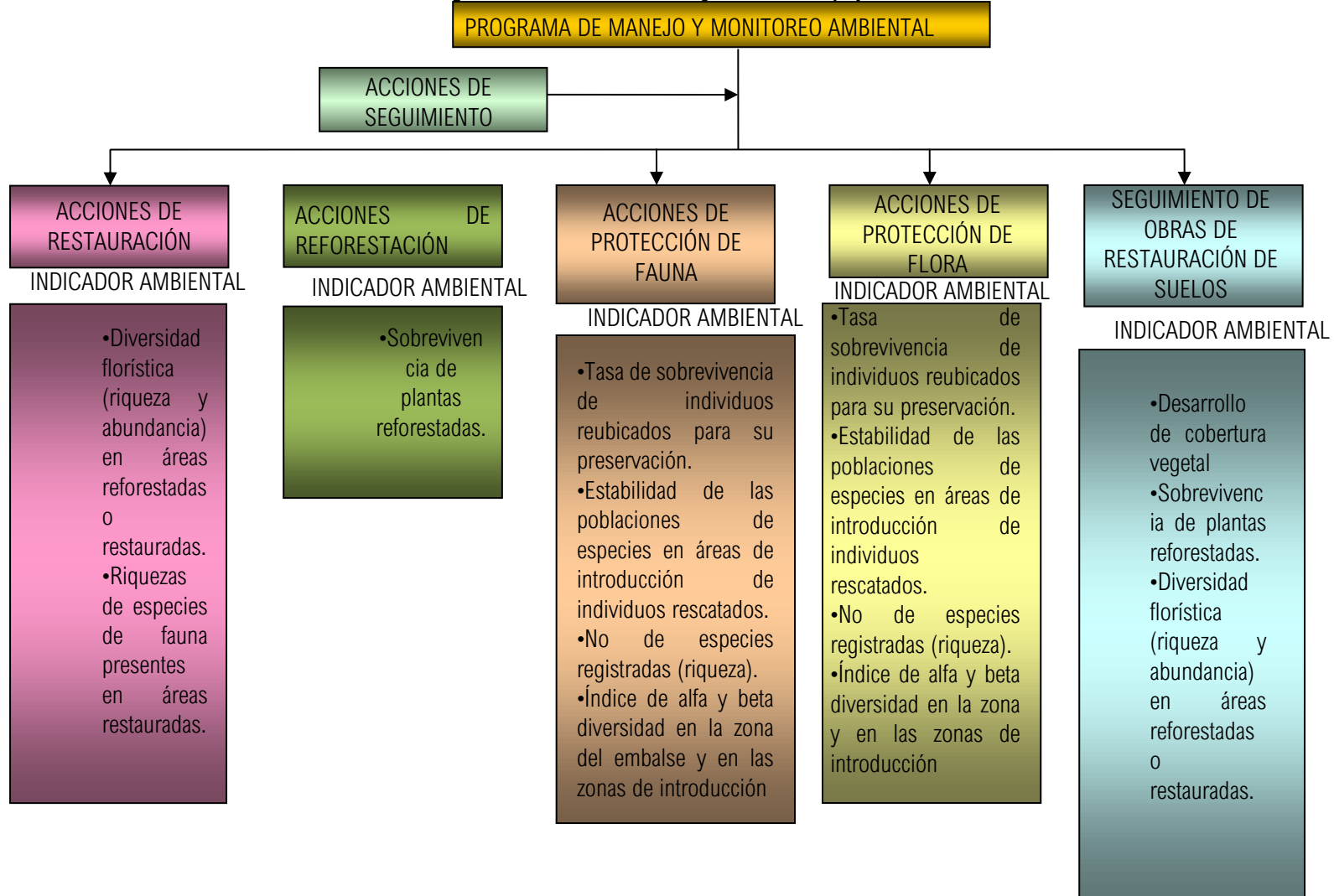
La siguiente tabla, pretende proporcionar una base en cuanto a la organización de actividades referentes al plan de manejo ambiental de acuerdo a la calendarización de la instalación del camino y de acuerdo a lo establecido en los diferentes programas que forman parte del manejo ambiental. Sin embargo, 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. 18.** 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 MTTTO		
	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 Línea de Ceros propuesta																
Capacitación a los trabajadores sobre el respeto a la vegetación y fauna																
Adecuación de las Obras de Drenaje 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																
Programar las actividades evitando la temporada de lluvia																
Instalar 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. 2. Elementos del Programa de manejo y monitoreo ambiental.



Fuente: SECIRA, 2021.

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.- 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.- vigilar la separación de residuos sólidos y verificar 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 y 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.

**Umbrales de alerta:**

Presencia de malos olores.

Falta de visibilidad.

**Umbral inadmisibile:**

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 y reemplazo de individuos muertos.

**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.

**Umbrales 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.**

**Etapa que se aplicara:**

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. Obtener 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 presente condiciones y recursos adecuados para la sobrevivencia y desarrollo de los ejemplares reubicados,

Que se encuentre a una distancia lo más cercana posible para disminuir el estrés de los organismos a relocalizar, y

Que 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

**Umbrales 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.

**Umbrales 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.5. 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. 19. 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	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. Presentación del programa Impartición de pláticas periódicas (cada 6 meses)	Listas de asistencia a los cursos Relación de recibimiento de la información
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
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.	Memoria fotográfica de la colocación de la materia vegetal y su mezcla con materiales edáficos.
5	Eliminar la vegetación por medios mecánicos y manuales nunca con métodos químicos, ni quemas de los residuos orgánicos, se deberá evitar el uso de pesticidas. Bitácora Registro fotográfico de la actividad	Bitácora Registro fotográfico de la actividad
6	Limpieza de 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	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	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, 2021.

**Tabla VI. 20. 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 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 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
	Niveles de ruido	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
		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 Medir el ruido semanalmente

Capítulo 6  
Página 54

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL CAMINO: "GUADALUPE VICTORIA - SAN ANTONIO OCOTLÁN - E.C. (SAN PEDRO AMUZGOS - CACAHUATEPEC) - RAMAL A SAN PEDRO AMUZGOS, TRAMO DEL KM. 0+000 AL KM. 9+000, CON UNA META DE 9.0 KM.", UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	DOCUMENTACIÓN	INDICADOR DE LA REALIZACIÓN	INDICADOR DE RESULTADO	MEDIDAS EMERGENTES	PERIODICIDAD
		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. Restauración de zonas afectadas	Semanalmente
		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 Restauración de zonas afectadas	Semanalmente
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 Restauración de zonas afectadas	Semanalmente
		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 Restauración de zonas afectadas	Semanalmente
	Calidad del suelo	Implementar el Plan de Manejo Integral de Residuos, el cual incluirá programas que contarán con indicadores para medir su efectividad de la recolección, separación, almacenamiento temporal y eventual transferencia a sitios de disposición adecuados. Los programas del Plan son los siguientes: • Programa de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial • Programa de Manejo de Residuos Peligrosos	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 Restauración de 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 Restauración de zonas afectadas	Semanalmente
	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 Limpiar la zona inmediatamente Restauración de zonas afectadas	En época de lluvias o vientos mensualmente Diario
Hidrología superficial	Calidad del agua	implementar el Plan de Manejo Integral de Residuos y sus 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 son: • Programa de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial • Programa de Manejo de Residuos Peligrosos	Presentación del Plan de manejo autorizado por SEMARNAT Contratos con las empresas de manejo de residuos	Cumplimiento del Plan Cumplimiento de la normatividad en materia de agua	Registro del área libre de residuos Memoria fotográfica	Implementar medidas más estrictas para detener la erosión Limpiar la zona inmediatamente Restauración de zonas afectadas	En época de lluvias o vientos mensualmente Diario
		Se utilizarán letrinas portátiles, una por cada 20 trabajadores, durante la etapa de Preparación del sitio 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 Restauración de zonas afectadas	Semanalmente
Vegetación	Estructura y composición	Implementar el Programa de rescate y reubicación de especies de flora. Implementar el Programa de compensación ambiental.	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
Fauna	Abundancia y distribución de las comunidades	Se ejecutará el Programa de rescate de fauna silvestre que incluye: • Previo a las actividades de desmonte y despalme, identificará y moverá en caso de ser factible nidos y madrigueras • En caso de encontrar algún sitio de anidación, se dejará que la especie cumpla con el ciclo reproductivo para posteriormente reubicar las crías	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

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL CAMINO: "GUADALUPE VICTORIA - SAN ANTONIO OCOTLÁN - E.C. (SAN PEDRO AMUZGOS - CACAHUATEPEC) - RAMAL A SAN PEDRO AMUZGOS, TRAMO DEL KM. 0+000 AL KM. 9+000, CON UNA META DE 9.0 KM.", UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	DOCUMENTACIÓN	INDICADOR DE LA REALIZACIÓN	INDICADOR DE RESULTADO	MEDIDAS EMERGENTES	PERIODICIDAD
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar acciones para ahuyentar y rescatar especies de hábitos subterráneos, de lento desplazamiento, principalmente de aquellas incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.</li> <li>Liberar individuos en sitios seleccionados con anterioridad comprobando que sean lo más parecidos 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.	Plano de zonas a modificar	Supervisión y registro de la actividad. Memoria fotográfica	Registro de las zonas modificadas Memoria fotográfica	Rectificación del trazo. Restauración de zonas afectadas	Semestralmente
Paisaje	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	Restauración de 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	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 reducir la emisión de contaminantes por el uso 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
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>Programa de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial</li> <li>Programa de 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 Restauración de zonas afectadas	Diario
		Monitorear la detección de derrames de hidrocarburos u otras sustancias en las áreas del proyecto, 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 la empresa de limpieza Restauración de 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 las empresas de manejo de residuos	Cumplimiento del Plan	Registro del área libre de residuos Memoria fotográfica	Limpiar la zona inmediatamente Restauración de zonas afectadas	Diario

Fuente: SECIRA, 2011



## VI.6. Información necesaria para la fijación de montos para fianzas.

En base al acuerdo mediante el cual se expide 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. 21.** 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

Fuente: SECIRA, 2021.

En el área del proyecto se cuenta solo con ecosistema Tropical (Selva Mediana Subcaducifolia) 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. 22.** Costo de la planta.

Ecosistema	Costo de planta
Tropical	\$80.00

Fuente: SECIRA, 2021.

II.- El precio del flete de planta, incluyendo la carga y descarga es de: \$1,100.00 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:

**Tabla VI. 23.** Salario mínimo en la zona del proyecto.

Área geográfica	Monto del salario mínimo/por jornal
A	\$141.7

Fuente: SECIRA, 2021.

Las cantidades para determinar los costos de referencia son las siguientes:

I.- La cantidad de plantas o densidad de plantaciones igual al número de plantas requerido por ecosistema para garantizar la restauración de acuerdo a la tabla:

**Tabla VI. 24.** Número de plantas por hectárea.

Ecosistema	(Número de plantas por hectárea)
Tropical	1,260

Fuente: SECIRA, 2021.

- 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 es el siguiente.

**Tabla VI. 25.** Costo por hectárea, para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento.

Costo planta	\$80.00
Costo Transporte	\$1,350
No. plantas/ha	1,260
Mano obra por hectárea (reforestación)	19
Mano obra por hectárea (suelo)	70
Mano obra por hectárea (Mantenimiento)	28
Mano obra por hectárea (asesoría técnica)	7
Salario mínimo	\$141.7
Total, por hectárea	\$152,120.8

Fuente: SECIRA, 2021.

Derivado que se verán afectadas 7.36 ha y multiplicando por el costo por hectárea se obtiene el total de **\$1,119,609.09 (UN MILLÓN CIENTO DIECINUEVE MIL SEISCIENTOS NUEVE SEIS PESOS 09/100 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. 26.** 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
VI.	CARACTERÍSTICAS DE LA ACTIVIDAD U OBRA	
a.	Traza 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.</b>	<b>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.</b>	<b>BENEFICIO</b>	
a.	Ambiental	0
b.	Social	1
c.	Particular	2
<b>TOTAL</b>		<b>13</b>

En base a la tabla anterior se obtiene el valor de la compensación ambiental con ayuda de la siguiente fórmula

$$\text{Fórmula: } CA = (Po) (Fc) (S)$$

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)  $6/27 = 0.22$

**S**= Superficie por afectar.

La relación por compensar por hectárea en el proyecto es de 1:28. Derivado que en el SAR se tendrá una afectación de 7.36 ha. de uso de suelo forestal. El área total por compensar es de:

$$C = (13 * 0.22 * 7.36) = 21.04 \text{ HA}$$

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; ni se hará ninguna actividad dentro de Áreas Naturales Protegidas. 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 con 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 \$1,321,482.72 (**UN MILLÓN TRESCIENTOS VEINTIÚN MIL CUATROCIENTOS OCHENTA Y DOS PESOS 48/100 M.N.**); además, en la última columna se desglosa el costo por km.

**Tabla VI. 27.** Información para montos de fianzas

ACTIVIDADES	COSTO POR KM (MXN)	COSTO DE 5.8 KM (MXN)
Ejecución y Supervisión de las medidas de mitigación enlistadas en la MIA-R	\$55,813.82	\$410,789.72
Acciones para rescate y reubicación de flora	\$35,870.09	\$264,003.86
Acciones para monitoreo y reubicación de fauna	\$29,124.16	\$214,353.82
Reparación de daños por la incorrecta ejecución de las medidas, programas y acciones ambientales	\$58,740.18	\$432,327.72
<b>TOTAL</b>		\$1,321,482.48

## ÍNDICE DE CAPITULO.

<b>VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN .....</b>	<b>3</b>
<b>DE ALTERNATIVAS. ....</b>	<b>3</b>
VII.1. Descripción y análisis del escenario sin proyecto. ....	3
VII.2. Descripción y análisis del escenario con proyecto. ....	25
VII.3. Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación. ....	46
VII.4. Pronostico Ambiental. ....	49
VII.5. Evaluación de alternativas. ....	51
VII.6. Conclusiones. ....	51

## ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla VII. 1. Ponderación del aire. ....	3
Tabla VII. 2. Ponderación del suelo. ....	5
Tabla VII. 3. Ponderación de la hidrología. ....	6
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. ....	19
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. ....	21
Tabla VII. 13. Uso de Suelo y Vegetación Presentes en el Sistema Ambiental Regional (INEGI, 2015). ....	26
Tabla VII. 14. Unidades del paisaje presentes en el SAR. ....	27
Tabla VII. 15. Análisis regional a escala 1:10,000. ....	27
Tabla VII. 16. Afectación Total a las unidades de paisaje. ....	31
Tabla VII. 17. Ponderación regional a escala 1:10,000 una vez ingresado el proyecto. ....	31
Tabla VII. 18. Diferencia de coeficientes de impacto (pérdida de superficie equivalente) ....	32
Tabla VII. 19. Comportamiento de la Calidad Ambiental del Sistema Ambiental con la integración del Proyecto, a corto, mediano y largo plazo. ....	37
Tabla VII. 20. Modificación de la calidad ambiental del Sistema Ambiental Regional con la integración del Proyecto. ....	39
Tabla VII. 21. Modificación de la Calidad Ambiental por Factor, en 30 años y porcentaje, impacto acumulativo y variación anual del Proyecto. ....	39
Tabla VII. 22. Ponderación de Impactos del Proyecto, de acuerdo con la metodología de Bojórquez Tapia. ....	46
Tabla VII. 23. Análisis de los Impactos directos y residuales del Proyecto. ....	48

## 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). .....	8
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%. ..	17
Imagen VII. 10. Condición actual del Sistema Ambiental Regional sin unidades de paisaje y sin proyecto. ....	28
Imagen VII. 11. Condición actual del Sistema Ambiental Regional con unidades de paisaje y sin proyecto con imagen en Google Maps. ....	29
Imagen VII. 12. Condición actual del Sistema Ambiental Regional con unidades de paisaje y sin proyecto con imagen satelital. ....	30
Imagen VII. 13. Modernización de camino existente de terracería. ....	33
Imagen VII. 14. Afectación a las unidades de paisaje del Sistema Ambiental Regional con proyecto con imagen Google Maps. ....	34
Imagen VII. 15. Afectación a las unidades de paisaje del Sistema Ambiental Regional con proyecto con imagen satelital. ....	35
Imagen VII. 16. Esquema PER – Indicadores de Calidad Ambiental. ....	50

#### 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, al año 2050. ....	23
Gráfica VII. 3. Brecha Ambiental del Sistema Ambiental Regional sin la incorporación del Proyecto, al año 2050. ....	24
Gráfica VII. 4. Tendencia del Sistema Ambiental Regional con la incorporación del Proyecto, al año 2051. ....	38
Gráfica VII. 5. Brecha Ambiental del Sistema Ambiental Regional con la incorporación del Proyecto, al año 2051. ....	39
Gráfica VII. 6. Escenario a 30 años e Impacto Acumulativo de la Geomorfología con la integración del Proyecto. ....	40
Gráfica VII. 7. Escenario a 30 años e Impacto Acumulativo de la Hidrología, con la integración del Proyecto. ....	41
Gráfica VII. 8. Escenario a 30 años e Impacto Acumulativo del Suelo con la integración del Proyecto. ....	42
Gráfica VII. 9. Escenario a 30 años e Impacto Acumulativo de la Vegetación con la integración del Proyecto. ....	42
Gráfica VII. 10. Escenario a 30 años e Impacto Acumulativo de la Fauna con la integración del Proyecto. ....	43
Gráfica VII. 11. Escenario a 30 años e Impacto Acumulativo de la Hábitat con la integración del Proyecto. ....	44
Gráfica VII. 12. Escenario a 30 años e Impacto Acumulativo de la Economía con la integración del Proyecto. ....	45

#### ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS.

Fotografía VII. 1. Vista aérea de la carretera de terracería existente. ....	36
--	----

## 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, despilme, 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.

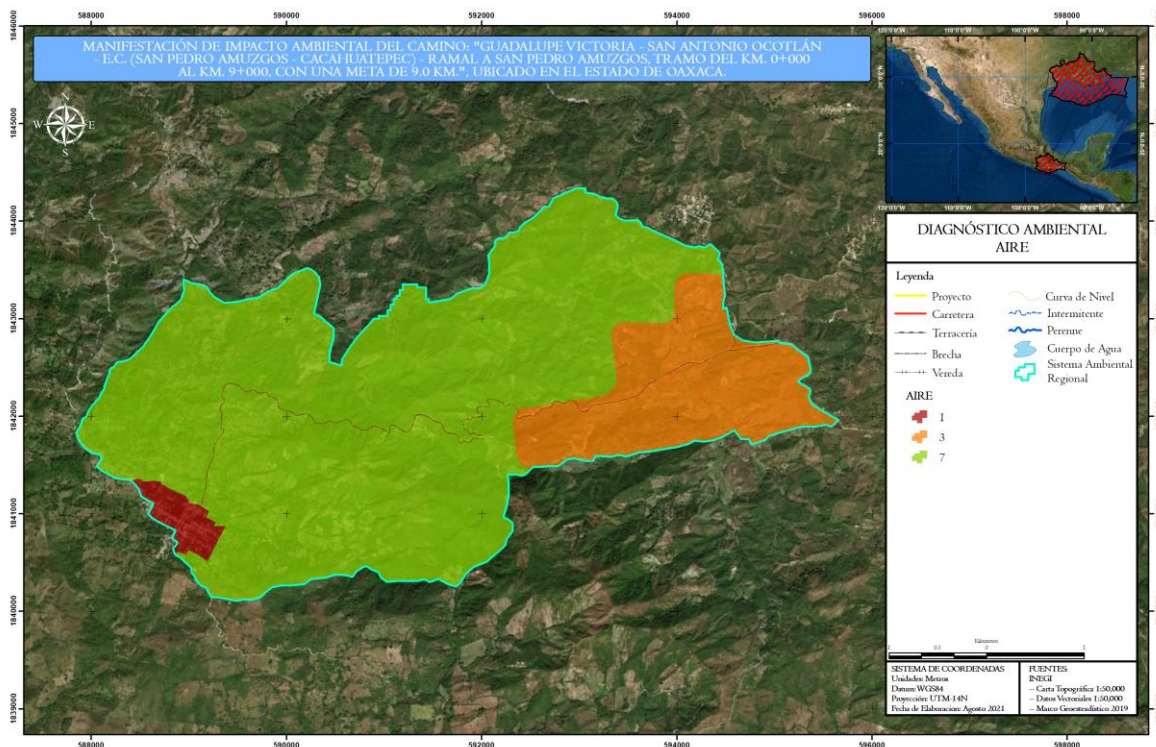
El criterio utilizado para evaluar el aire se presenta en la siguiente tabla, donde los valores mayores indican una mejor calidad ambiental y los valores menores señalan una menor calidad ambiental.

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, 2021.

Imagen VII. 1. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional (componente aire).



Fuente: SECIRA, 2021.

La imagen anterior señala que las zonas de mejor calidad ambiental en el orden de ideas del aire, con puntuación registrada en **7 (buena)** corresponden con las zonas de vegetación eliminada y/o alterado por diversos factores humanos o naturales teniendo como resultado una comunidad vegetal significativamente diferente a la original y con estructura y composición florística heterogénea. Es decir, se trata de la vegetación secundaria de selva, llámese mediana subcaducifolia y/o baja caducifolia. Los caminos tipo brecha y vereda presentan un valor igual a **3 (mala)**, esto debido a la emisión de gases en ocasiones eventuales por los vehículos que transitan por esta vía de comunicación, amén de la poca visibilidad que se puede presentar en temporadas de vientos fuertes por los sedimentos que se acumulan en el camino. Esta misma ponderación la presentan las zonas agropecuarias de los pastizales inducidos, lo cual obedece a que a ganadería produce grandes cantidades de gases de efecto invernadero. Los animales y sus excretas emiten gases que contribuyen al cambio climático. Las zonas evaluadas como de muy **mala** calidad ambiental con puntaje de **1 (degradado)**, coinciden con las carreteras de terracería, además de la localidad rural de San Antonio Ocotlán localizada al poniente del SAR, esta valoración se debe a que existe emisión de gases por más de 12 horas continuas con abundante tránsito de vehículos sobre la carretera que influye en las zonas aledañas.

### SUELO.

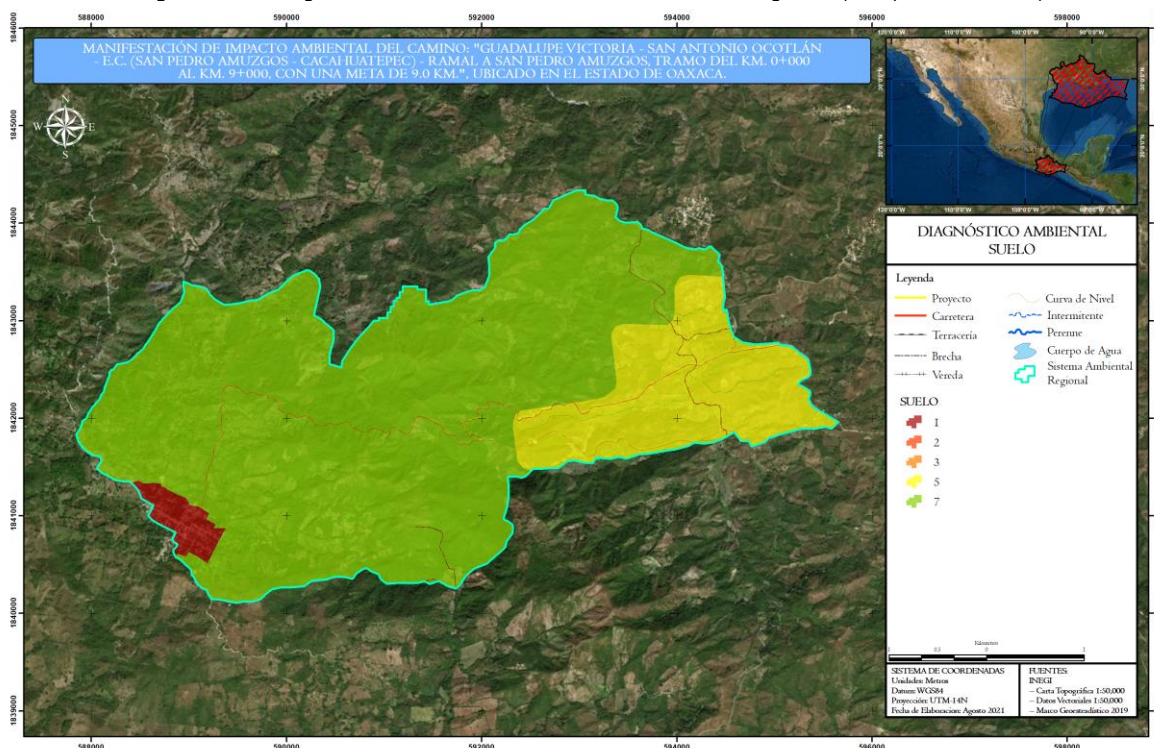
En todos los proyectos de construcción de una infraestructura, el elemento suelo, suele ser uno de los más impactados, ya que este recurso se ve afectado en su totalidad. De esta manera es importante mencionar a este elemento como un indicador. El criterio utilizado para evaluar el factor suelo se presenta en la siguiente tabla, en donde los valores mayores indican una mejor calidad ambiental.



**Tabla VII. 2. Ponderación del suelo.**

ESCALA DE EVALUACIÓN	VALOR	EROSIÓN
Degradado	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
Muy mala	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
Mala	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
Moderada	4	Erosión media (EM): áreas con escasa cobertura vegetal, pastizales, matorrales o bosques 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
Regular/modificado	5	Erosión media (EM): áreas con escasa cobertura vegetal, pastizales, matorrales o bosques 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
Aceptable/modificado	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
Buena	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
Muy buena	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
Sin perturbación	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

**Imagen VII. 2. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional (componente suelo).**



Fuente: SECIRA, 2021.

La menor calidad ambiental (**puntuación=1, degradado**) en lo que respecta al componente suelo la presenta la localidad rural de San Antonio Ocotlán. Enseguida se ubican las carreteras de terracería, con una puntuación igual a **2 (muy mala)** con erosión severa. A continuación, las brechas y las veredas en las que no existe vegetación alguna y en las que no existe infiltración. Enseguida se ubican las áreas desprovistas de vegetación, zonas que permiten la erosión del suelo, además, con una valoración igual a **3 (mala)**, ya que se tratan de áreas desnudas de vegetación donde el material parental está expuesto. Los pastizales inducidos presentan una ponderación igual a **5 (regular/modificado)**, lo cual se debe a la infiltración que existe por el estiércol del ganado. Las áreas con escasa vegetación secundaria y erosión incipiente presentan una ponderación equivalente a **7 (buena)**.

### 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 almacenamiento del suelo; características del medio permeable; características del flujo, además de la presencia de vegetación.

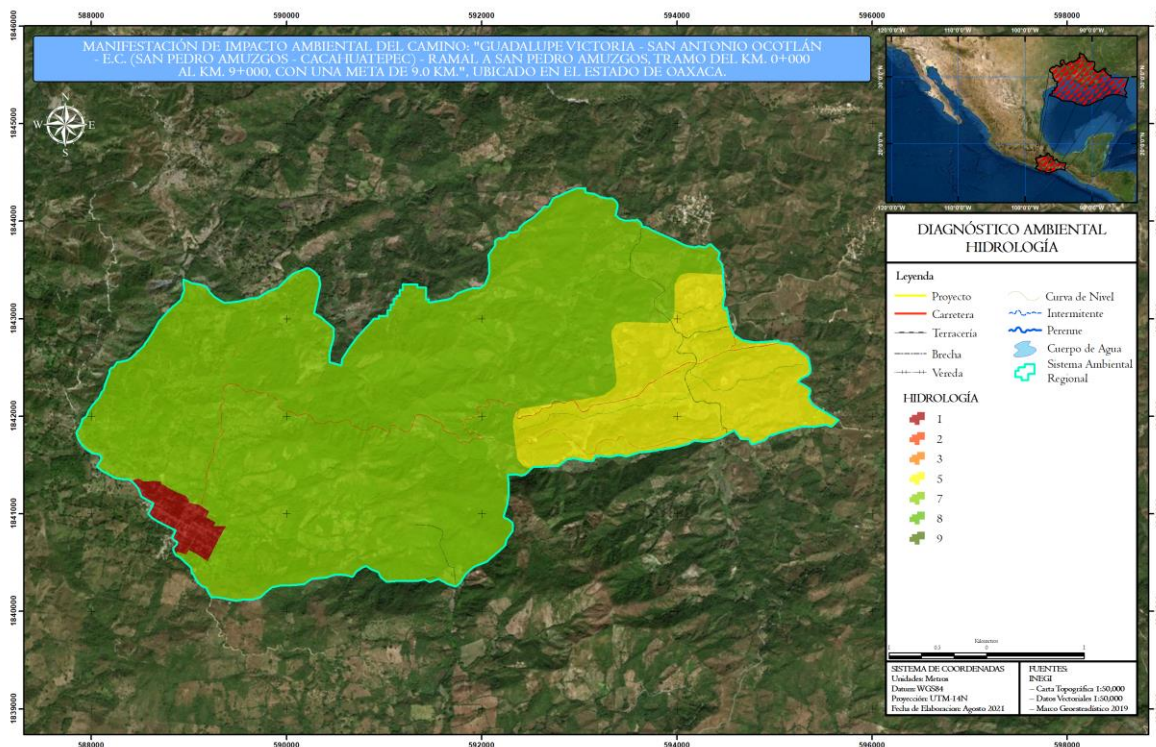
El criterio utilizado para evaluar la hidrología se presenta en la siguiente tabla, en donde los valores mayores indican una mejor calidad ambiental.

**Tabla VII. 3. Ponderación de la hidrología.**

ESCALA DE EVALUACIÓN	VALOR	CAPACIDAD DE INFILTRACIÓN
Degradado	1	Capacidad de infiltración nula, por falta de suelo; presencia de escurrimientos por estratos endurecidos o roca superficial. Sin retención de agua
Muy mala	2	Capacidad de infiltración nula, presencia de escurrimientos por estratos endurecidos o roca superficial. Sin retención de agua
Mala	3	Capacidad de infiltración escasa en partículas de suelo acumulado; presencia de escurrimientos por estratos endurecidos o roca continua. Escasa retención de agua
Moderada	4	Infiltración insuficiente por el horizonte de suelo existente. Pérdida de la infiltración por escorrentía. Poca capacidad de retención
Regular/modificado	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
Aceptable/modificado	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
Buena	7	Infiltración buena, 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
Muy buena	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 por periodos de tiempo más largos aún en época de estiaje. Hay mayor capacidad de retención de agua por la vegetación
Sin perturbación	9	Máxima capacidad de infiltración (velocidad máxima con que el agua penetra en el suelo). Agua en abundancia para mantener el manto freático al máximo y los ciclos biogeoquímicos

Fuente: SECIRA, 2021.

Imagen VII. 3. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional (componente hidrología).



Fuente: SECIRA, 2021.

Como se puede apreciar en la imagen anterior los cauces perennes presentan la mayor ponderación con 9 (sin perturbación), es decir la máxima capacidad de infiltración (velocidad máxima con que el agua penetra en el suelo) con agua en abundancia para mantener el manto freático al máximo y los ciclos biogeoquímicos. Enseguida los cauces intermitentes presentan la ponderación (puntuación=8), con 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 por periodos de tiempo más largos aún en época de estiaje. Hay mayor capacidad de retención de agua por la vegetación. Enseguida se ubican las zonas prevaletientes con vegetación de selva baja y/o mediana con ponderación de 7 (buena), 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, las zonas agropecuarias presentan una ponderación igual a 5 (regular/modificado) con infiltración limitada por el horizonte de suelo existente. Mientras los caminos tipo brecha y/o vereda presentan una ponderación de 3 (mala). Las carreteras de terracería presentan una ponderación de 2 (mala). Finalmente, la localidad rural de San Antonio Ocotlán presenta la menor ponderación de 1 (degradado) con una capacidad de infiltración nula.

### GEOMORFOLOGÍA.

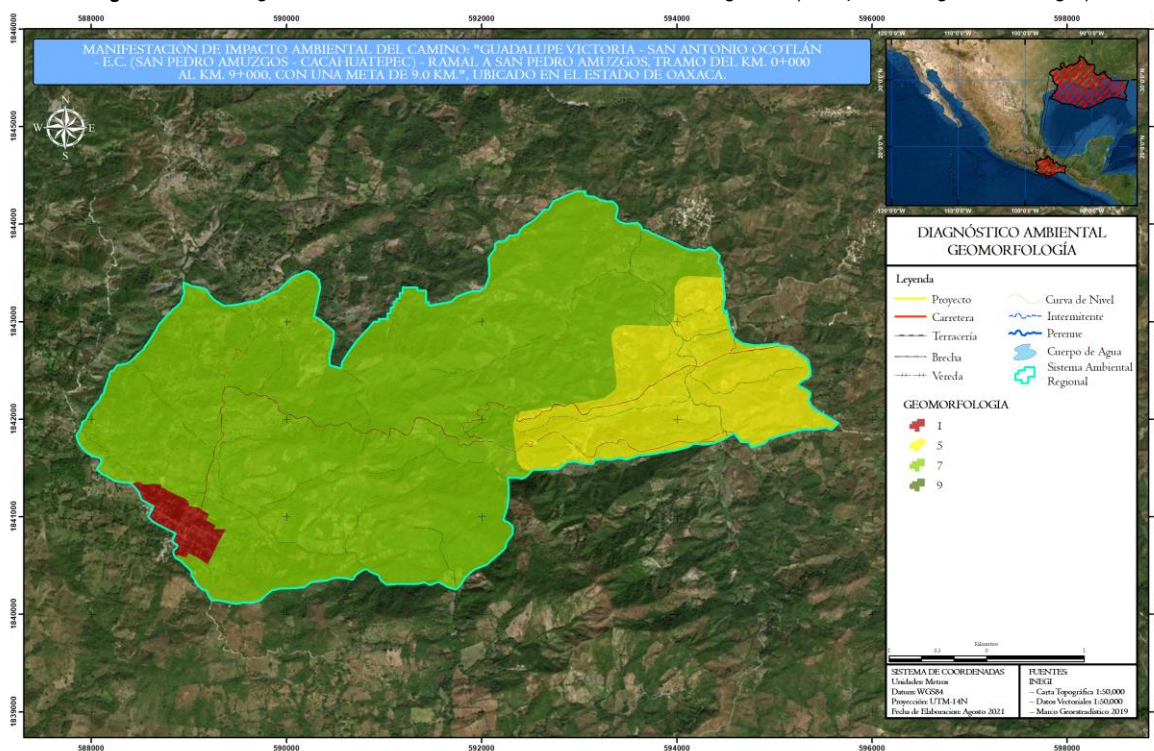
- *Intemperismo del material parental*: este indicador se evaluará de manera porcentual de acuerdo con la intemperización o exposición del material parental, tomando en cuenta el tipo, tamaño y grado de su estructura lábil. Con la explicación previa se designaron valores a determinadas áreas con las siguientes características:

**Tabla VII. 4. Ponderación de la geomorfología.**

ESCALA DE EVALUACIÓN	VALOR	INTEMPERISMO DE LA ROCA
Degradado	1	Roca expuesta: estructura angular a prismática, grande, fuerte. Textura y mineralogía primarias fácilmente reconocibles en muestra de mano
Muy mala	2	Poco intemperizada: Estructura original reconocible, cambios de color incipientes en matriz y minerales
Mala	3	Ligeramente intemperizado: incremento en la densidad de fracturamiento y alteración de minerales originales
Moderada	4	Ligeramente intemperizado: incremento en la densidad de fracturamiento y alteración de minerales originales, pérdida de cohesión en la roca
Regular/modificado	5	Moderadamente intemperizado: roca parcialmente transformada en suelo, roca > suelo
Aceptable/modificado	6	Fuertemente intemperizado: roca parcialmente transformada en suelo, suelo > roca
Buena	7	Completamente intemperizado: suelo incipiente, algunos remanentes de estructuras primarias
Muy buena	8	Formación de suelo: algo de contenido orgánico y pérdida total de textura y mineralogía primaria del material parental
Sin perturbación	9	Formación de suelo: algo de contenido orgánico y pérdida total de textura y mineralogía primaria del material parental

Fuente: SECIRA, 2021.

**Imagen VII. 4. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional (componente geomorfología).**



Fuente: SECIRA, 2021.

Como se describió oportunamente en apartados anteriores, el Sistema Ambiental Regional del trazo del proyecto se asienta en su totalidad en la Subprovincia Costas del Sur, la cual comprende la angosta llanura costera del Pacífico, que va más o menos en sentido oeste-noroeste-este-sureste, desde las cercanías de la desembocadura del río Coahuayana, límite entre Colima y Michoacán de Ocampo, hasta Salina Cruz, Oaxaca, pasando por el estado de Guerrero. En sus tramos más angostos tendrá unos 20 km de ancho; comienza a ampliarse a la altura de Zihuatanejo para alcanzar un máximo de 45 km en la región de Santiago Pinotepa Nacional, Oaxaca. La porción guerrerense localizada entre el límite del estado de Michoacán de Ocampo y la ciudad de Acapulco de Juárez, es conocida como "Costa Grande"; la que se extiende al este de la última población mencionada y llega a Pinotepa Nacional, Oaxaca, es llamada "Costa Chica" y la zona más al oriente se conoce sólo como la "Costa". Asimismo, el

SAR presenta una dominancia de sierras altas complejas en altitudes que oscilan entre los 380 msnm a los 860 msnm en las partes más altas del poniente, en menor proporción se presenta el lomerío con cañadas en una altitud entre los 400 y los 420 msnm. Las zonas sin perturbación en lo que se refiere a la geomorfología en el SAR coinciden con los cauces perennes y/o intermitentes con una ponderación de 9. En tanto que, la ponderación designada como buena (7) se tratan de todas las zonas de vegetación secundaria arbustiva ya sea de selva baja caducifolia y/o mediana subperennifolia. En cuanto las áreas con escasa vegetación en los pastizales inducidos señalan una ponderación de 5, esto debido a que la posible erosión del suelo por la escasa vegetación puede provocar derrumbes que modifiquen las geoformas. Finalmente, los caminos de tipo brecha y/o vereda, las carreteras de terracería, y la zona rural del SAR presentan la ponderación menor de 1, lo cual obedece a que en estas zonas la geomorfología natural ha sido cambiada completamente por la mano humana.

### MEDIO BIÓTICO. VEGETACIÓN.

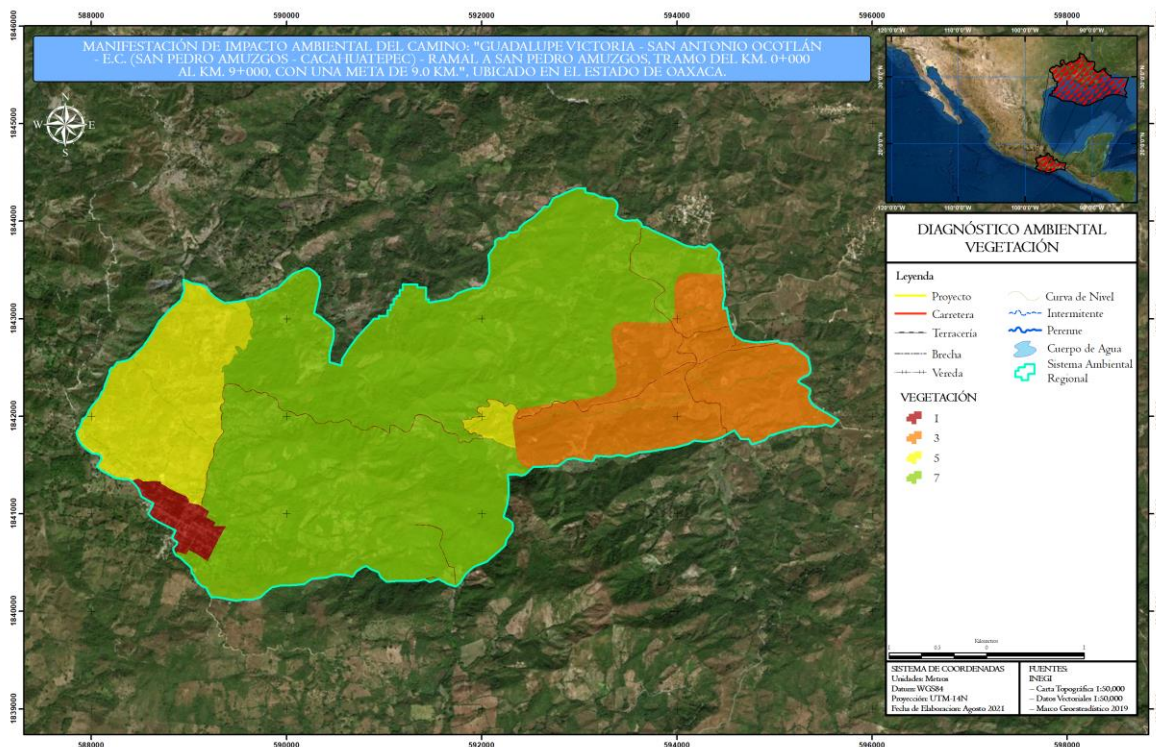
El efecto principal que conlleva la eliminación de la cobertura vegetal en los sitios es la fragmentación del hábitat, lo que provoca efectos de borde y altera la estructura y las funciones originales del ecosistema. De manera indirecta la poca cobertura vegetal elimina las fuentes de alimentación y 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 se trata de 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
Sin perturbación	9	95 al 100% de cobertura vegetal presente en el polígono. Mayor cobertura vegetal, sin perturbación

Fuente: SECIRA, 2021.

Imagen VII. 5. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional (componente vegetación).



Fuente: SECIRA, 2021.

De acuerdo con lo exhibido en el apartado de vegetación, se tiene que, dentro de la zona se presenta un mosaico de remanentes de selva baja y mediana, que han sido transformados en un mosaico fragmentado por las vías de comunicación, pero principalmente por el cambio de uso de suelo hacia el pastizal cultivado con fines agropecuarios, aunado a las zonas rurales que han traído consigo la pérdida y fragmentación del hábitat natural. Tomando en consideración lo anterior, se tiene que, la zona con mejor ponderación la presentan los fragmentos más grandes de vegetación secundaria arbustiva de selva, vegetación en los que las especies clave se reducen, además de los recursos que también se limitan, por lo cual se califican con una valoración igual a 7 (buena). Mientras todos los fragmentos menores a una hectárea de vegetación secundaria arbustiva de selva presentan una valoración igual a 5 (regular/modificado). En tanto que, los caminos tipo brecha y/o vereda, junto con el pastizal cultivado presentan una ponderación igual a 3 (regular/modificado), lo cual obedece a que se estima que en estos caminos se presenta erosión causada por el tránsito, mientras que en el caso del pastizal se trata de una zona modificada antropogénicamente. Finalmente, todas las zonas desprovistas de vegetación como son las carreteras de terracería presentan la menor ponderación de 1, lo cual obedece a que se trata de zonas desprovistas de vegetación. Cabe señalar y recordar que, de acuerdo con los recorridos realizados por las áreas donde se pretende la modernización del camino, las características de la vegetación presentan un mediano grado de perturbación.

## 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

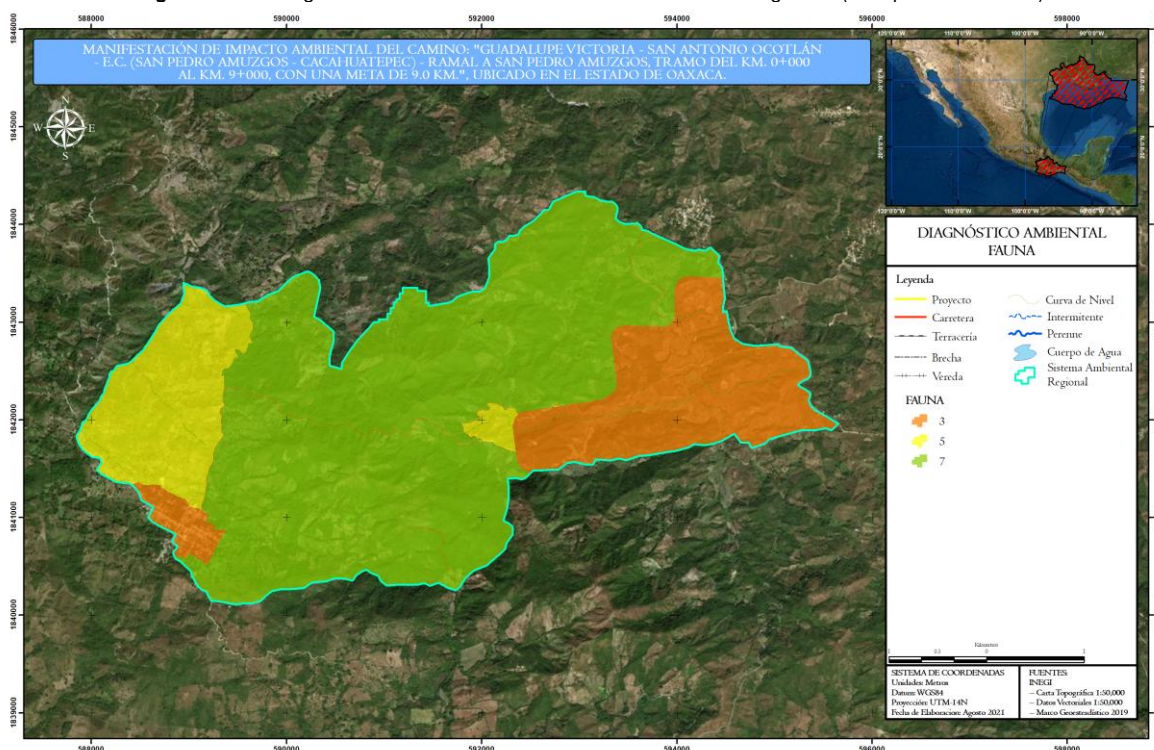
propicios, mientras que los animales evitarán aquellos que no cumplen con un mínimo de condiciones y recursos, por ejemplo, para construir madrigueras o nidos, que posean alimento cercano o le brinden protección contra sus depredadores.

**Tabla VII. 6.** Ponderación de la fauna.

ESCALAS DE EVALUACIÓN	VALOR	ÍNDICE DE SHANNON
Mala	3	Valores entre 1 y 1.99 indican que son sitios con una diversidad biológica baja
Moderada	5	Valores entre 2 y 2.99 indican que son sitios con una diversidad biológica media
Buena	7	Valores entre 3 y 3.4 indican que son sitios con una diversidad biológica alta
Muy buena	9	Valores > 3.5 indican que se trata de sitios con una diversidad biológica muy alta

Fuente: SECIRA, 2021.

**Imagen VII. 6.** Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional (componente fauna).



Fuente: SECIRA, 2021.

Para el caso del factor fauna se tiene que la mayor representación la tienen las zonas catalogadas como buenas (puntuación=7), en la que los recursos disponibles son más limitados, se tienen a los fragmentos de mayor superficie de la vegetación secundaria arbustiva de selva. El siguiente valor ponderado con 5 (regular/modificado) lo presentan los pequeños mosaicos de vegetación secundaria arbustiva de selva, en la que los recursos disponibles se reducen considerablemente. El menor valor en lo que se refiere a fauna lo presentan las zonas agropecuarias, las zonas rurales, junto con los distintos caminos en la que la fauna difícilmente puede habitar, amén de que en las vías de comunicación (veredas y carreteras en este caso particular) se puede presentar muerte de animales a causa de la mortalidad vial (en parte debido a la atracción de animales por carreteras 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 con respecto a 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 del matorral, además que algunos tipos de vías proporcionan acceso a la colonización sobre terrenos no aptos para el desarrollo de asentamientos.

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.

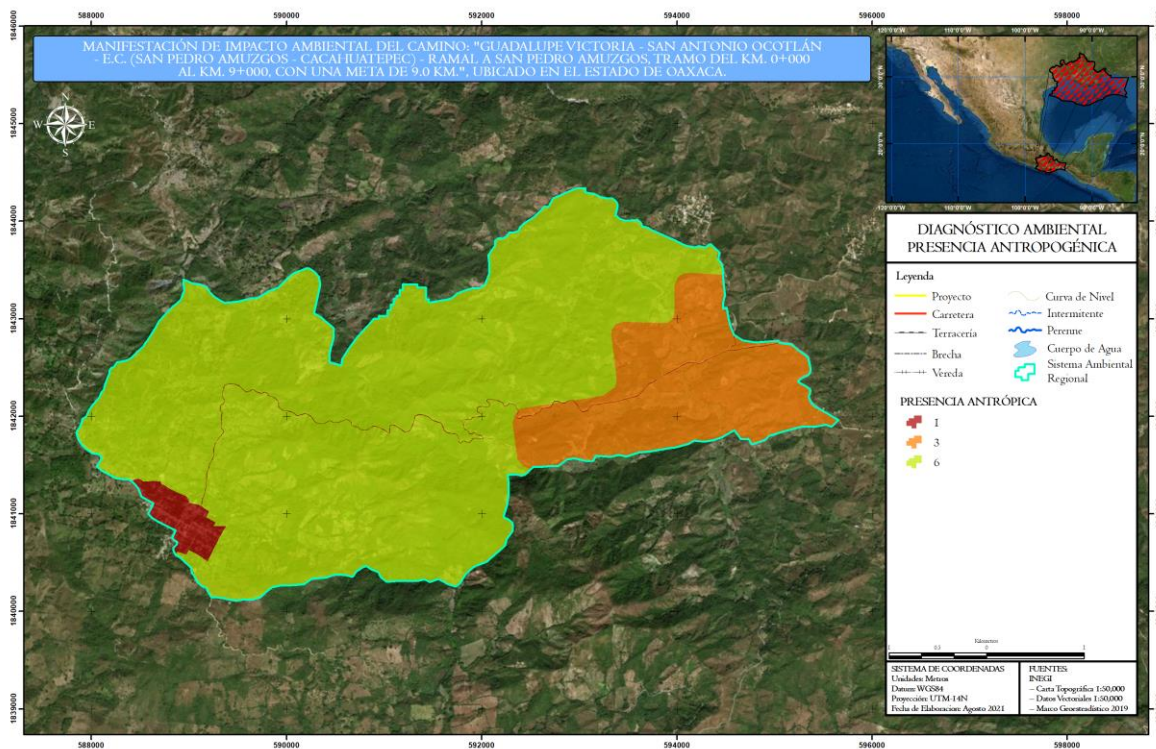
**Tabla VII. 7.** Ponderación de la presencia antrópica.

RANGOS		VIALIDADES	ASENTAMIENTOS HUMANOS
ESCALA DE EVALUACIÓN	VALOR	POR TIPO DE VIALIDAD	PRESENCIA DE LOCALIDADES URBANAS Y/O RURALES
9	Sin perturbación	Cuando no existen vías de comunicación	Sin presencia de asentamientos humanos
6	Buena	Cuando únicamente hay terracería, brechas y veredas o cuando predominan carreteras.	Con presencia de asentamientos humanos de tipo rural (es decir con menos de 2500 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 2500 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, 2021.



Imagen VII. 7. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional (componente presencia antrópica).



Fuente: SECIRA, 2021.

En la anterior imagen podemos atisbar que una importante superficie del Sistema Ambiental presenta una regular calidad ambiental en lo que se refiere a la presencia antropogénica, con carreteras de terracería, caminos tipo brecha y vereda. Mientras que las zonas prácticamente sin presencia antropogénica y sin la existencia de caminos se tratan de toda la vegetación secundaria arbustiva de selva. 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 raster para conseguir realizar las sumatorias pertinentes y conseguir un raster 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	

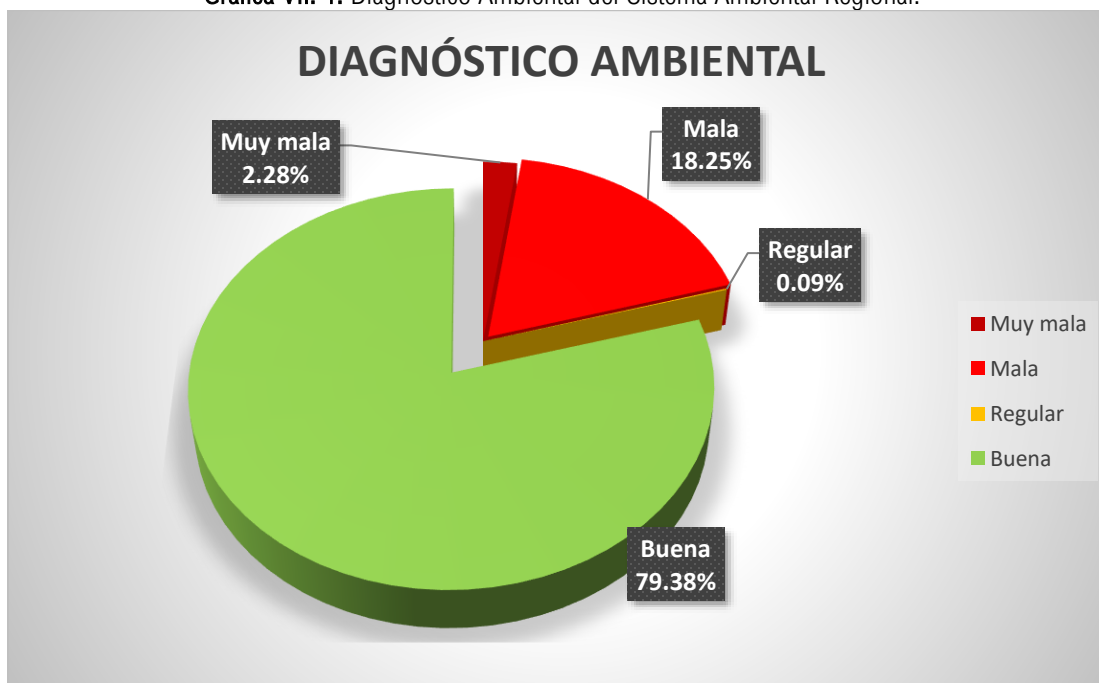
Fuente: SECIRA, 2021.

**Tabla VII. 9.** Diagnóstico ambiental del Sistema Ambiental Regional.

RANGO	DIAGNÓSTICO AMBIENTAL	ÁREA (HAS)	PORCENTAJE (%)
07-17	Muy mala	39.54	2.28%
18-29	Mala	316.96	18.25%
30-41	Regular	1.59	0.09%
42-53	Buena	1378.69	79.38%
54-63	Excelente	0.00	0.00%
<b>TOTAL</b>		1736.78	100.00%

Fuente: SECIRA, 2021.

**Gráfica VII. 1.** Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional.

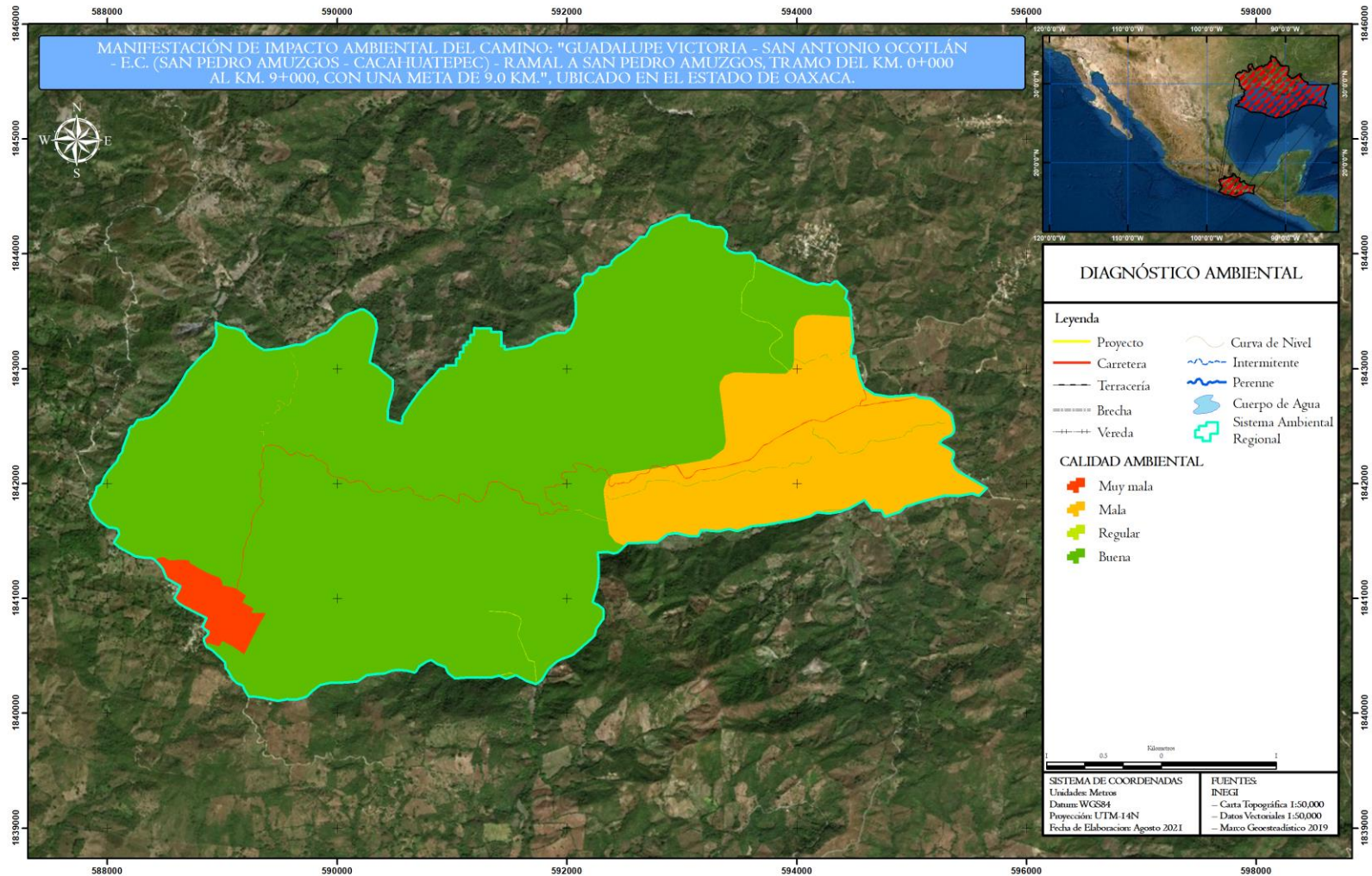


Fuente: SECIRA, 2021.

La tabla y la imagen anterior señalan que la mayor representatividad la tienen zonas con calidad ambiental designada como buena, esto es, con el 79.38%, que es equivalente a 1,378.69 hectáreas, dichas zonas son congruentes con toda la vegetación secundaria arbustiva de selva ya sea baja caducifolia y/o mediana subperennifolia, en orden de importancia le sigue la calidad ambiental registrada como mala con el 18.25% que equivalen a 316.96 hectáreas, estas zonas coinciden con toda la zona pecuaria de los pastizales cultivados. La muy mala calidad ambiental ocupa

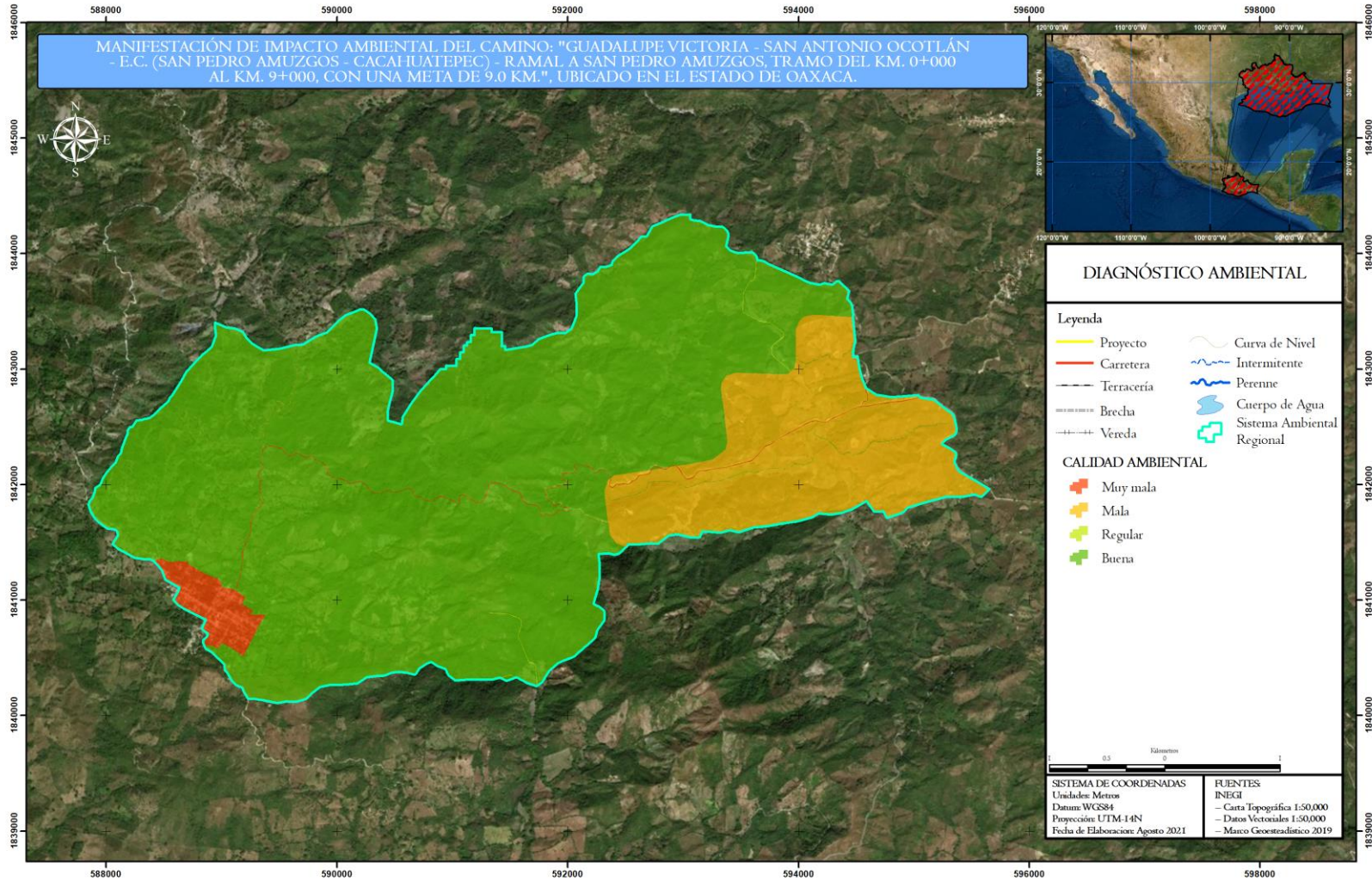
un 2.28% del SAR, es decir 39.54 hectáreas que coinciden con las vías de transporte y la localidad de san Antonio Ocotlán, de menor proporción se presenta la calidad ambiental regular con solamente un 0.09% que representa 1.59 hectáreas. Los datos anteriores señalan que el SAR presenta un importante impacto ambiental ocasionado principalmente por el cambio de uso de suelo forestal hacia el pastizal cultivado con fines agropecuarios. En algunas zonas en donde se presenta la vegetación con impactos antropogénicos señalan una gran presión antropogénica, la cual es tanta que impide el desarrollo de la vegetación, es decir no le da oportunidad de recuperarse, provocando con esto, una vegetación inducida. En el paisaje en el que antes dominaban las selvas, ahora se tiene una vegetación eliminada y/o alterada por la mano del hombre causadas por la introducción de caminos y localidades rurales.

Imagen VII. 8. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental del Trazo del Proyecto.



Fuente: SECIRA, 2021.

Imagen VII. 9. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental del Trazo del Proyecto con transparencia al 40%.



Fuente: SECIRA, 2021.

El SAR del proyecto, tiene atributos que han sido modificados, debido a las actividades previas aprovechamiento ganadero y de agricultura, así como el crecimiento urbano de diferentes localidades de tamaño medio, ubicadas a lo largo del proyecto, que dispara una demanda de servicios y actividades diversas como ganadería, localidades rurales, movimiento de materias primas y productos, generación de aguas residuales y residuos sólidos municipales 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 los siguientes: Comunidades vegetales, Material geológico, Suelo, Hidrología y Accidentes.

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 mediana 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 hacer nivelación, excavación y colocación de la carpeta asfáltica. Es ampliamente recomendable que los materiales derivados del proyecto sean utilizados para la conformación de estructuras y elementos necesarios. Las rocas que afloran presentan fracturamiento y alta permeabilidad en el patrón de drenaje local. En el caso del suelo, actualmente se encuentra ampliamente modificada por el cambio de uso de suelo del forestal al agropecuario en materiales geológicos con moderada erosión para conformar valles y planicies estrechas que han permitido el desarrollo de pastizales cultivados y/inducidos, sobre este tipo de suelo y sobre la selva se asentó el camino de terracería existente. De esta forma, algunos de los suelos de las unidades, que predominan en el SAR no serán afectados con altas posibilidades de ser recuperados después de las actividades programadas. Caso contrario ocurre con los suelos puntuales donde se realizará el proyecto y que son los que 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 ganadería 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 agropecuario, por consiguiente, se tienen consideradas afectaciones al interactuar con elementos contaminantes de manera ocasional durante la realización del proyecto, 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 la vegetación original y en las zonas agrícolas de temporal, eliminando todos los elementos vegetales, y con la presencia de pastizal cultivado, destinado a la ganadería. 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, que tiene 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 fuera 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, las laderas 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. 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 urbano 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 baja 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 progresiva por causas antrópicas, al ser áreas periurbanas 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, 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 la expresión de una combinación de procesos geoecológicos destructivos de intensidad moderada. En las partes altas, las laderas de la cuenca en el lado este fuera del SAR, se presentan paisajes sustentados en condiciones paraclímax, estadios conservados de cualquier ecosistema, con la presencia de pino, como especie dominante. 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 2021, 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
Geomorfología	0.4	En la trayectoria para la Construcción, existe una uniformidad en la geomorfología, es decir lomerío y sierra. Las afectaciones a la geomorfología por la modernización de la carretera de terracería serán puntuales. Dentro del SAR existen topofomas que alcanzan alturas máximas de 860 metros y alturas mínimas de 380 msnm, específicamente en el trazo del proyecto se presentan alturas que van de los 400 msnm a los 740 msnm.
Hidrología	0.6	La Hidrología en la región en una variable ambiental muy importante dado que existen cuerpos de agua intermitentes y perennes. El trazo del proyecto atraviesa por 4 de estos cauces, siendo el más importante el Río EL Trapiche.
Suelo	0.4	En el proyecto se identifican diferentes tipos de suelos siendo los suelos Cambisoles, Luvisoles y Regosoles, los de mayor importancia. 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. Los regosoles son suelos muy jóvenes, generalmente resultado del depósito reciente de roca y arena acarreadas por el agua; de ahí que se encuentren sobre todo al 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. Las variantes más comunes en el territorio, los regosoles éutricos y calcáricos, 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 Cambisoles combinan suelos con formación de por lo menos un horizonte subsuperficial incipiente. La transformación del material parental es evidente por la formación de estructura y decoloración principalmente parduzca, incremento en el porcentaje de arcilla, y/o remoción de carbonatos.
Vegetación	0.5	Los principales tipos de vegetación dentro del SAR, con base en el trabajo de campo y como antecedente de la carta del INEGI se tienen diferentes tipos de vegetación. De la superficie total del SAR (1736.78 has), solo se ocuparán para el proyecto 11.72 ha, que representan el 0.67 % de toda la superficie del SAR, es decir que el 99.33 % 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 total ocupada por el proyecto será de 11.72 ha, de las cuales 4.36 ha pertenece al camino existente y 7.36 ha corresponden a la superficie a afectar por el trazo del proyecto, de las cuales la Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Mediana Subcaducifolia abarca un área de 65.76 % y aunado a esta cifra, se adiciona la superficie ocupada por la Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia con 14.05 % y Pastizal Cultivado con 20.19 %.
Fauna	0.4	La presencia humana causada por los caminos existentes, las localidades urbanas y rurales, ha provocado una disminución de las poblaciones faunísticas dentro del SAR del proyecto, debido a la actividad

		ganadera y rural, así como la presencia de localidades dentro del SAR del proyecto lo que induce la migración de la fauna hacia las partes de menor acceso para el ser humano. La fauna silvestre de interés se encuentra fuera de la influencia humana.
Hábitat	0.4	La inclusión del proyecto no producirá cambios significativos en la estructura actual del hábitat, no se prevé fragmentación significativa (ya que se presenta actualmente una alta división del paisaje) o desaparición del hábitat, las condiciones se mantendrán como se encuentran actualmente. El cual presenta modificaciones con respecto al original, principalmente provocada por la agricultura y ganadería en la zona.
Economía	0.4	El movimiento comercial de productos carga es evidente en el SAR que se acentúa en los fines de semana y periodos vacacionales, integrándose a la dinámica económica y comercial regional, la cual está basada en la ganadería. Se tiene contemplado que el proyecto dinamizará la economía regional de la región.

Fuente: SECIRA, 2021.

Como ya se ha hecho referencia, la tendencia del SAR, es hacia un lento y continuo proceso de degradación progresiva, con una actividad de agricultura de temporal y ganadería extensiva, disminución paulatina de la cobertura vegetal, desplazamiento de la fauna y una paulatina integración urbanística en las principales localidades del municipio. En suma, la calidad de vida de la población en la zona de estudio y de influencia carece de acciones concretas o tendencias naturales o antropogénicas, que intenten revertir o detener el proceso de degradación que se expresa sobre sus componentes. Así mismo al tratarse de una carretera de importancia en la Región, el tráfico es constante provocando desplazamiento de fauna y al tener zonas de mayor acceso, las actividades de venta de productos, pero principalmente de alimentos son comunes en los márgenes de la vía. Considerando la tendencia analizada del SAR y sobre la modelación realizada, se discuten las posibles tendencias futuras a partir de tres momentos, 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 siete factores analizados del SAR, se observa una proyección hacia la paulatina disminución de la calidad ambiental de la zona, ya que la actual carretera tiene la necesidad de realizar esta sustitución del puente por motivos de seguridad de la vialidad, es por ello que con la sustitución será una obra que traiga beneficios en el tema de movilidad, seguridad y mejora de la economía pero tendrá consecuencias a los factores bióticos y abióticos que se analizaran. En las siguientes tablas y gráficas muestran las tendencias futuras del SAR a través de la modelación efectuada.

**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 2021	AÑO DE LA MODELACIÓN REALIZADA					
		2026		2036		2051	
		CALIDAD AMBIENTAL	BRECHA AMBIENTAL	CALIDAD AMBIENTAL	BRECHA AMBIENTAL	CALIDAD AMBIENTAL	BRECHA AMBIENTAL
Geomorfología	0.4	0.396	0.004	0.388	0.008	0.353	0.035
Hidrología	0.7	0.575	0.025	0.563	0.011	0.513	0.050
Suelo	0.4	0.389	0.011	0.381	0.008	0.347	0.034
Vegetación	0.5	0.493	0.007	0.483	0.010	0.440	0.043
Fauna	0.5	0.391	0.009	0.384	0.008	0.349	0.034
Hábitat	0.4	0.390	0.010	0.382	0.008	0.348	0.034
Economía	0.4	0.416	-0.016	0.438	-0.022	0.461	-0.023

Fuente: SECIRA, 2021.



**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 (%)		
	2026	2036	2051
Geomorfología	-1.12	-1.26	-1.28
Hidrología	-4.25	-1.83	-1.60
Suelo	-2.80	-0.62	-2.07
Vegetación	-1.40	-2.03	-1.24
Fauna	-2.17	-2.56	-1.22
Hábitat	-2.60	-3.70	-0.21
Economía	4.00	5.53	0.91

Fuente: SECIRA, 2021.

En este documento 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 particularmente determinado por un conjunto de presiones antropogénicas sobre los recursos, destacando la actividad ganadera y rural como actividad económica importante. Debido a estas presiones y manejo inadecuado de los recursos, asociados a la alta conversión del uso del suelo, se asignan valores medios a bajos de calidad ambiental de los atributos valorados, asociado al hecho de que el SAR tiende hacia una progresiva degradación. La geomorfología de la región se trata de un lomerío y sierras. El Sistema Ambiental Regional del Proyecto está particularmente definido por un proceso de deterioro sobre los atributos geomorfológicos, hídricos, edáficos y bióticos, bajo presiones antropogénicas, destacando la demanda de agua para la población humana, generación de aguas residuales, demanda de agua para la ganadería, presión de la vegetación natural destinada para el pastoreo de ganado, sobre todo en las laderas bajas de los lomeríos, lo cual ocasiona la migración de la fauna silvestre, permitiendo el predominio de la fauna común en la cercanía de los núcleos urbanos. Debido a estas diversas presiones, se asignan medios y bajos valores de calidad ambiental de los atributos evaluados, de donde el SAR tiende hacia una progresiva degradación. La geomorfología de la Región con elevaciones medias-altas prácticamente en toda la trayectoria del puente a sustituir y del SAR, presentando sierras y lomeríos, con serias afectaciones dedicadas a la ganadería principalmente y muy erosionadas. La modelación realizada sin proyecto muestra una brecha ambiental para la geomorfología de 4 milésimas en el lapso de cinco años que se incrementa a 8 milésimas en 15 años y finalmente se aumenta a 35 milésimas, contemplando una mayor presión sobre las laderas bajas y la planicie, alcanzando una pérdida de calidad ambiental del 1.12, 1.26 y 1.28% en los tiempos analizados. En el SAR del Proyecto, se presenta en la actualidad la modificación de los atributos de la hidrología en calidad y cantidad, donde la hidrología tiene una presión para el abastecimiento de agua para riego pecuario, y de servicios para los núcleos poblaciones del SAR, que generan aguas residuales y sin ningún tratamiento son vertidos a cuerpos de agua. La época de lluvias también produce una mejoría temporal de la calidad del agua, con un carácter temporal limitado y que produce la erosión de las planicies ya deterioradas y sin control. En relación a la modelación de la hidrología del SAR, se observa que la calidad ambiental actual, muestra un descenso en 25 milésimas en el primer lapso de cinco años y posteriormente su brecha ambiental se reduce en el año 2036 en 11 milésimas, y finalmente vuelve aumenta a 50 milésimas en el año 2051, mostrando una oscilación, pero siempre una tendencia hacia el deterioro; pierde como máximo el 4.25% de su calidad ambiental y posteriormente oscila entre 1.83 y 1.60%. El suelo del SAR, presenta una baja calidad ambiental, cuya tendencia es hacia una continua degradación, ya que prácticamente han desaparecido los suelos originales de laderas bajas y las sierras ante el establecimiento de zonas rurales, ganaderas, asentamientos humanos y de servicios; no existe la posibilidad de revertir el deterioro ejercido sobre los recursos edáficos y por el contrario, se tiene una presión sobre terrenos, donde prevalecen los suelos someros y pedregosos y sobre los lomeríos bajos. Destacando que, la ganadería es la principal usuaria de la tierra del Sistema Ambiental Regional, con casi el 20% dedicado a la agricultura, mientras el resto se trata de vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia y selva mediana subperennifolia. En

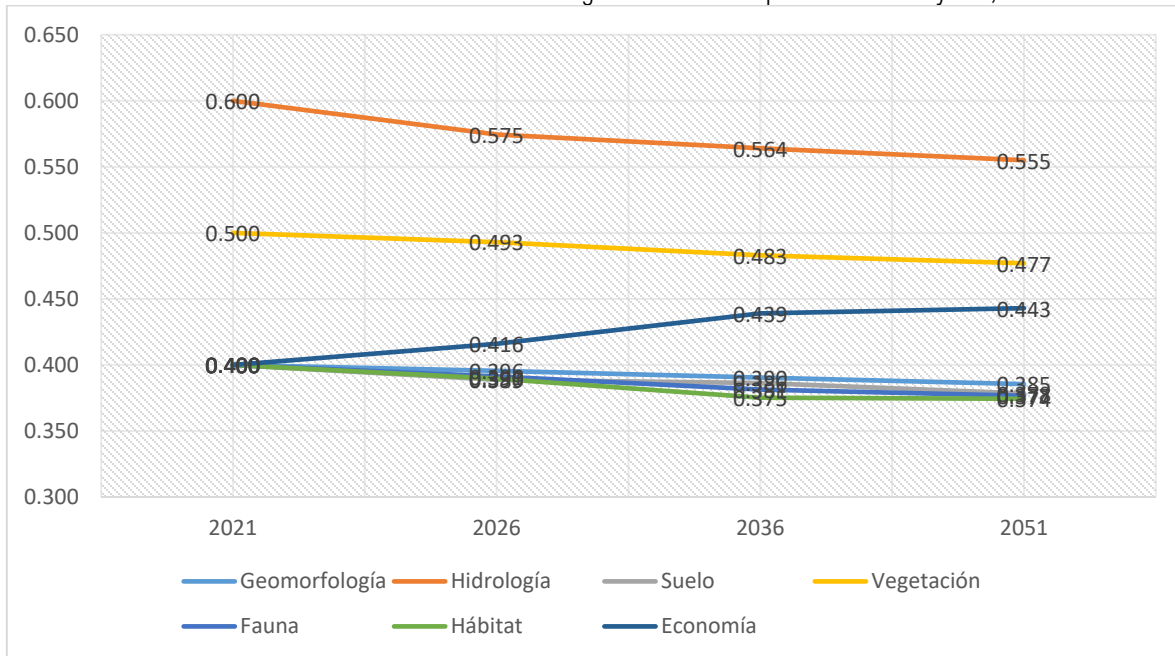
este sentido, la modelación realizada al atributo suelo le otorga un valor de calidad ambiental que posteriormente, en los tiempos subsecuentes, se vaya obteniendo una brecha ambiental para el año 2026 de 11 milésimas, a 8 milésimas en el 2036 y finalmente incrementarse ligeramente para el año 2051 a 34 milésimas, con una clara tendencia hacia la pérdida del suelo. Se pierde en cada modelación el 2.8, 0.62 y 2.07% de calidad ambiental. En el SAR se observa un progresivo deterioro sobre los factores de la vegetación, con una disminución y apertura de la vegetación en los lomeríos bajos y sobre todo desaparición en la planicie agropecuaria y modificación de la composición en las planicies erosionadas. Sus valores de calidad ambiental para la vegetación inicial son moderados y se puede pronosticar que la partes bajas y planicies habrán de perderse paulatinamente, donde la modelación muestra una brecha ambiental de 7 milésimas para el año 2026, que disminuye a 10 milésimas en el 2031 y finalmente desciende en el año 2051 a 6 milésimas, con una clara tendencia a estabilizar la vegetación, principalmente sobre los manchones prevalecientes. Las pérdidas de la calidad ambiental se oscilan en cada ciclo de la modelación con 1.4%, 2.03% y 1.24%, con una tendencia asintótica, principalmente en los sitios donde la presencia humana es esporádica permitiendo que la vegetación se conserve paulatinamente.

A consecuencia de la dinámica de la vegetación natural, la fauna muestra una tendencia a disminuir su presencia en las partes bajas, donde se ha desarrollado la urbanización, y la ganadería, y áreas donde se ha incorporado la infraestructura de caminos. La presencia de una matriz deteriorada de la vegetación en las laderas bajas evita la presencia segura de las comunidades faunísticas. Sus valores de calidad ambiental inicial de la fauna son moderados y tienen a perderse ligeramente, donde la modelación muestra una brecha ambiental para el año 2026 de 9 milésimas, que disminuye a 8 milésimas en el 2036 y finalmente aumenta en el año 2051 a 34 milésimas, con una clara tendencia a la estabilidad de los recursos faunísticos, debido a la imposibilidad de realizar actividades productivas en todo el SAR. Las pérdidas de la calidad ambiental se comportan de manera decreciente en cada ciclo de la modelación con 2.17%, 2.56% y 1.22%, con una tendencia hacia la estabilizar el comportamiento y mantener una buena dinámica ecológica en aquellos sitios donde la presencia humana es inaccesible o esporádica, donde las condiciones de conservación serán más permanentes y seguras. El factor Hábitat muestra una condición de baja calidad ambiental, debido a que sus componentes han sido modificados prácticamente en su totalidad, por el contrario, en algunos fragmentos del SAR, se conservan sus elementos ecosistémicos, tanto estructural como funcionalmente, dada la baja posibilidad de cambio de uso del suelo y esporádica presencia humana. La vegetación tiene baja resiliencia, ocasionada por los factores climáticos y edáficos ofrecen características limitantes para recuperar el hábitat y, por ende, los procesos ecosistémicos, por lo cual la presencia humana, inclusive considerando una mínima actuación, produce una tendencia hacia el deterioro del hábitat. Recordando también que el Sistema presenta una gran grado de división del paisaje y un muy bajo grado de coherencia, es decir la probabilidad es muy baja de que dos animales de la misma especie se encuentren. Los valores de la modelación realizada muestran una brecha ambiental para el año 2026 de 10 milésimas, que se aumenta en el año 2036 a 8 milésimas y finalmente aumenta en 2051 a 34 milésimas, con una clara tendencia a la conservación del hábitat exclusivamente en las partes altas de los lomeríos, con fuertes limitantes para la presencia humana. La pérdida de la calidad ambiental muestra una tendencia asintótica, con 2.6%, 3.7% y 0.21% en cada ciclo de la modelación. En relación a la dinámica económica de la región se registra localmente un bajo potencial económico, debido a las fuertes limitaciones para las actividades productivas, incluso con el esfuerzo de incrementar los servicios en el Municipio, de tal manera que las posibilidades de crecimiento de la economía local, es la integración a la dinámica regional, nacional e internacional, accediendo a los mercados globalizados. Es claro que este crecimiento económico tiene un beneficio estrecho, lo cual se predice a través de los valores obtenidos de la brecha ambiental, de carácter benéfico para el año 2021 de 16 milésimas, que se incrementa ligeramente a 22 milésimas en el 2036 y se podría que considerar que se mantiene ya que presenta 23 milésimas en el año 2051, con una clara tendencia asintótica, a mediano plazo, de la dinámica económica local y regional. Se observa un mejoramiento de la calidad ambiental con una tendencia asintótica del 4.0% al inicio, con el aumento de la movilidad de materias, primas, productos y población, que se incrementa a 5.53% y finalmente disminuye a 0.91%, en los dos últimos periodos, con la tendencia clara en la estabilización asintótica. 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.

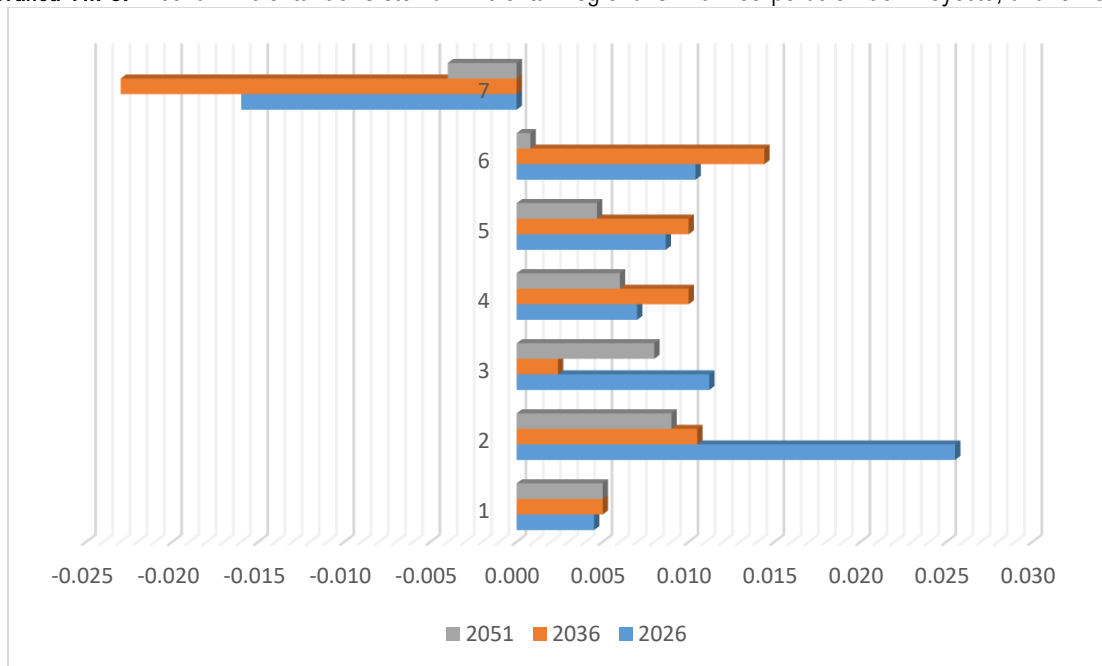
Como mencionar que existe un conjunto de presiones sobre el Sistema Ambiental Regional, proveniente de las actividades agropecuarias y rurales actuales, que han propiciado la existencia de procesos deteriorantes sobre los atributos del suelo, la hidrología con la contaminación de éstos causados principalmente por el probables uso de fertilizantes y/o pesticidas sin medida, mismos que contaminan el agua. Los combustibles fósiles empleados en los procesos productivos, desde la producción de alimento animal, hasta el mercadeo de productos, también emiten gases invernadero. Muchos de estos efectos indirectos son difíciles de cuantificar. En cuanto al impacto ocasionado a la fauna, hábitat, y vegetación tiene un significativo impacto por el cambio de uso de suelo y la fragmentación del hábitat causado por las infraestructuras lineales, que, en consecuencia, los requerimientos de tierra crecen y el sector sufre una transición geográfica que involucra cambios en la intensidad del uso de la tierra y en los patrones de distribución geográfica. Esto sin mencionar el impacto de la ganadería en el cambio climático (cc) y la contaminación del aire, se reconoce que las actividades agrícolas contribuyen de manera importante al cambio climático. Es decir, los atributos iniciales del Sistema Ambiental muestran una significativa reducción de su calidad ambiental "Sin Proyecto", con una "Brecha Ambiental" que se amplía paulatinamente respecto de las condiciones actuales. Se obtiene una tendencia favorable en el ámbito económico, con un comportamiento a estabilizar sus valores, debido a que el dinamismo económico debe alcanzar su máximo y finalmente cesar el crecimiento y mantener una tendencia asintótica de las actividades económicas comunes actuales, en el ámbito ganadero, urbano, industrial, comercial y de servicios, sin la posibilidad de tener un crecimiento explosivo o una caída del dinamismo económico.

**Gráfica VII. 2.** Tendencia del Sistema Ambiental Regional sin la incorporación del Proyecto, al año 2050.



Fuente: SECIRA, 2021.

**Gráfica VII. 3.** Brecha Ambiental del Sistema Ambiental Regional sin la incorporación del Proyecto, al año 2050.



Fuente: SECIRA, 2021

## 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 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, 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, 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 LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL CAMINO:  
"GUADALUPE VICTORIA - SAN ANTONIO OCOTLÁN - E.C. (SAN PEDRO AMUZGOS - CACAHUATEPEC) -  
RAMAL A SAN PEDRO AMUZGOS, TRAMO DEL KM. 0+000 AL KM. 9+000, CON UNA META DE 9.0 KM.",  
UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.**

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 1,736.78 hectáreas, de las cuales de acuerdo con la carta del INEGI Serie VI, la vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia presenta la mayor representación en el Sistema con un total de 918.04 hectáreas que representan un poco más de la mitad de la superficie total del SAR, específicamente el 52.86%, en segundo sitio de importancia se encuentra la vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia con 498.94 hectáreas que equivalen 28.73%del SAR, finalmente, el 18.41% restante lo ocupa el Pastizal cultivado con 319.80 hectáreas. Estos datos se pueden apreciar en la siguiente tabla y en la subsecuente imagen:

**Tabla VII. 13.** Uso de Suelo y Vegetación Presentes en el Sistema Ambiental Regional (INEGI, 2015).

Clave	Uso de suelo y/o vegetación	Área (hectáreas)	Porcentaje (%)
PC	Pastizal cultivado	319.80	18.41%
VSa/SBC	Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia	498.94	28.73%
VSa/SMS	Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia	918.04	52.86%
		<b>1736.78</b>	100.00%

Fuente: SECIRA, 2021.

Para el presente análisis se tomaron en cuenta las imágenes satelitales, los vídeos tomados por el dron durante la visita a campo y la misma visita para determinar distintas zonas más específicas del Sistema Ambiental Regional, entre otras, el estado actual de la zona, la vegetación de selva, la infraestructura de transporte, las corrientes de agua, por señalar algunas. Las siguientes unidades de paisaje fueron las que se encontraron dentro del SAR, siendo la más representativa la unidad de paisaje de la vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia con el 50.43% que representan 875.89 hectáreas, en orden de importancia le sigue la vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia con 495.96 hectáreas que equivalen al 28.56% y el pastizal cultivado representa el 18.11%, es decir 314.53 hectáreas. En tanto que, el 2.90% restante lo cubren 6 distintas unidades de paisaje. Estos datos se pueden verificar en la siguiente tabla:

**Tabla VII. 14.** Unidades del paisaje presentes en el SAR.

UNIDADES DE PAISAJE	ÁREA (HAS)	PORCENTAJE (%)
Camino tipo brecha	0.97	0.056%
Camino tipo vereda	0.31	0.018%
Carretera de terracería	5.07	0.29%
Cauce intermitente	6.99	0.40%
Cauce perenne	2.59	0.15%
Pastizal Cultivado	314.53	18.11%
San Antonio Ocotlán	34.47	1.98%
Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia	495.96	28.56%
Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia	875.89	50.43%
<b>TOTAL</b>	<b>1736.78</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: SECIRA, 2021.

A continuación, se muestra lo siguiente:

- El inventario ambiental determinado a escala 1:10,000.
- La valoración del impacto ambiental, mediante índices de impacto.

Se presenta la cartografía general realizada, a escala 1: 10,000, 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 1:10,000.

Unidades ambientales	Superficie ha (su)	Valor de conservación (v)	Superficie equivalente (se)	Índice de impacto (ci) sin proyecto
Camino tipo brecha	0.97	5	4.85	100
Camino tipo vereda	0.31	5	1.53	
Carretera de terracería	5.07	5	25.33	
Cauce intermitente	6.99	7	48.94	
Cauce perenne	2.59	7	18.15	
Pastizal Cultivado	314.53	5	1572.66	
San Antonio Ocotlán	34.47	5	172.37	
Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia	495.96	7	3471.69	
Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia	875.89	7	6131.24	
<b>Total, en la región</b>	<b>1736.78</b>			
<b>Total, superficie equivalente</b>			<b>11446.78</b>	
<b>Ci</b>				

Fuente: SECIRA, 2021.

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.

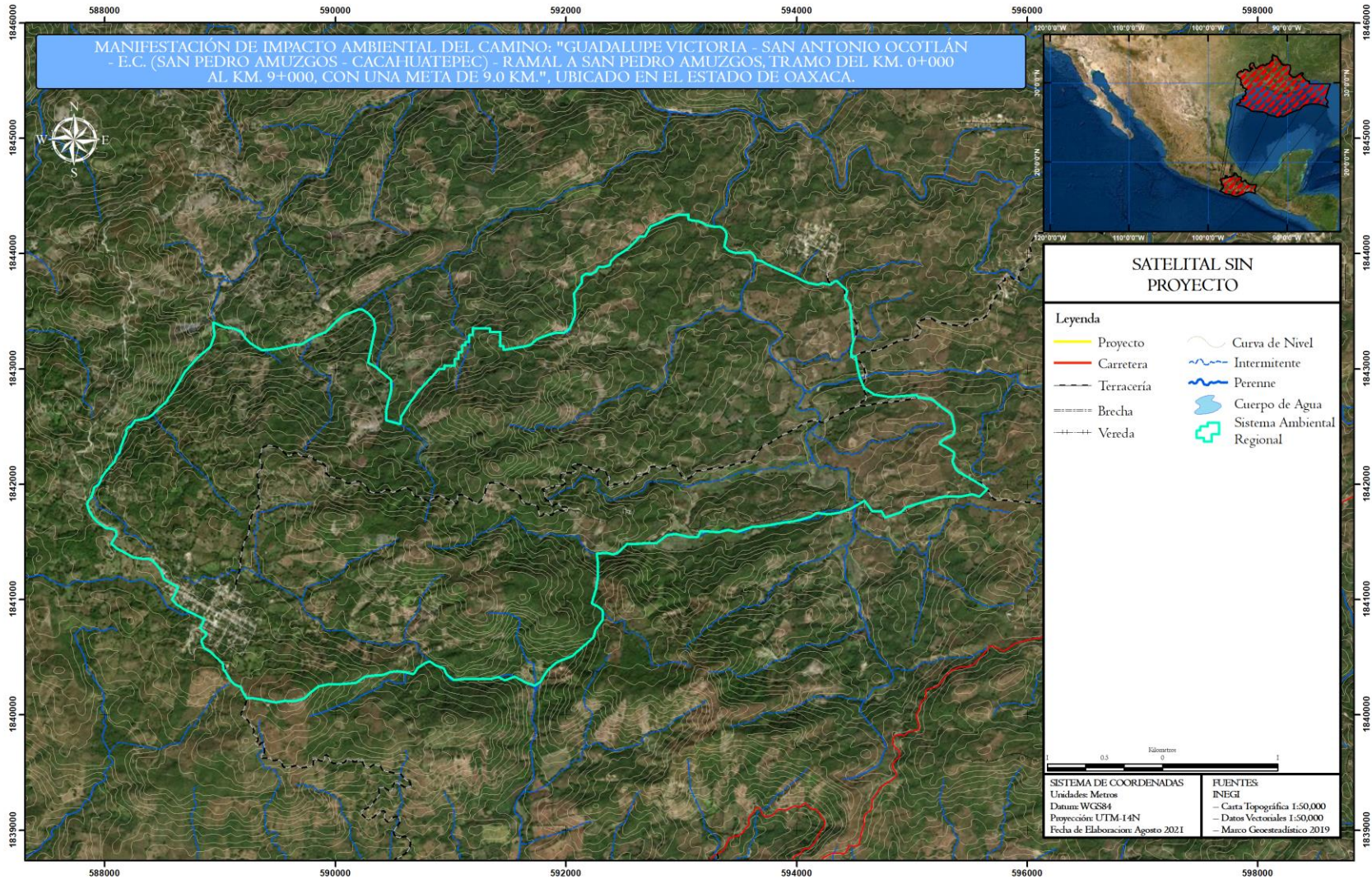




Imagen VII. 11. Condición actual del Sistema Ambiental Regional con unidades de paisaje y sin proyecto con imagen en Google Maps.

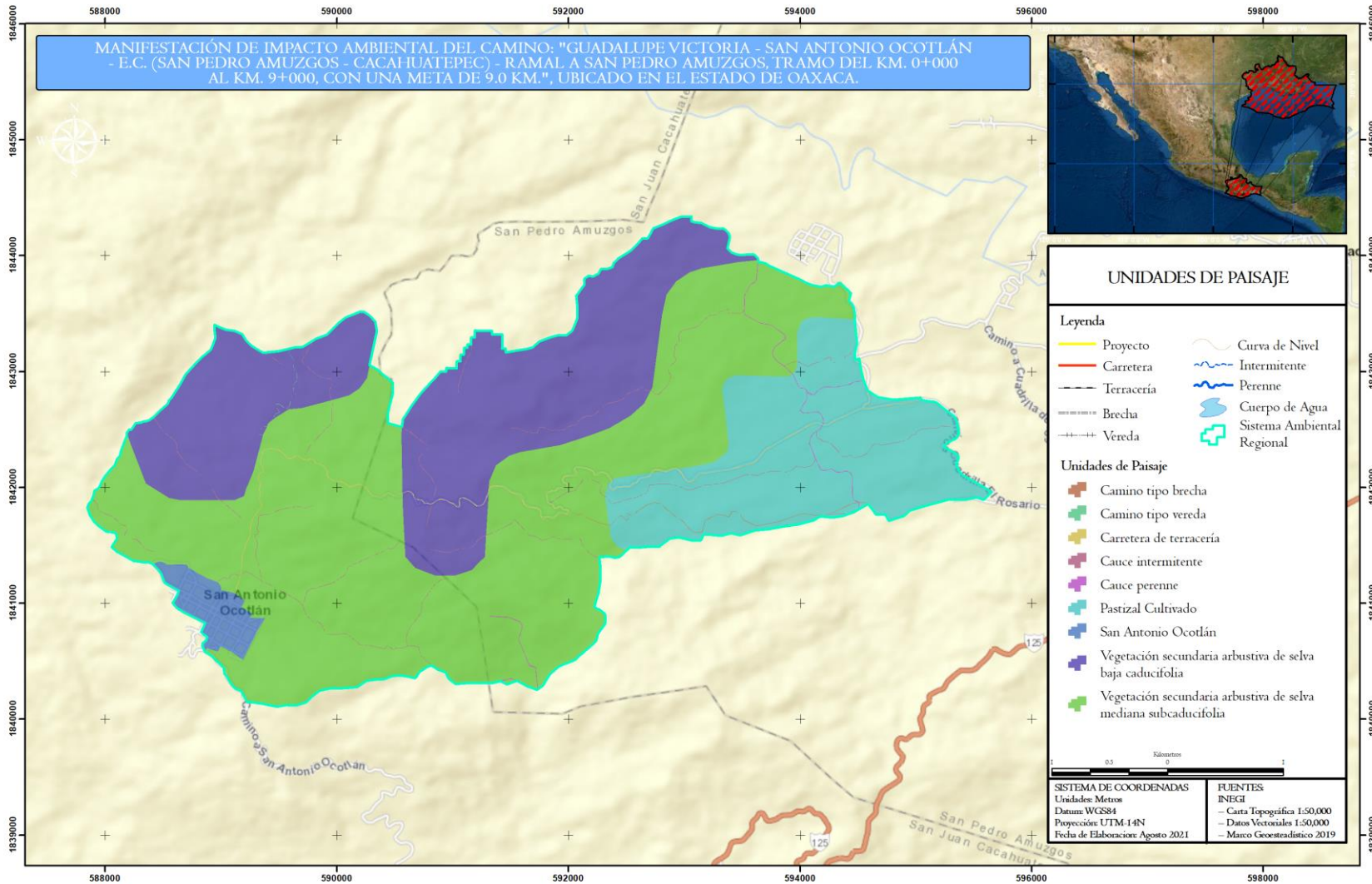
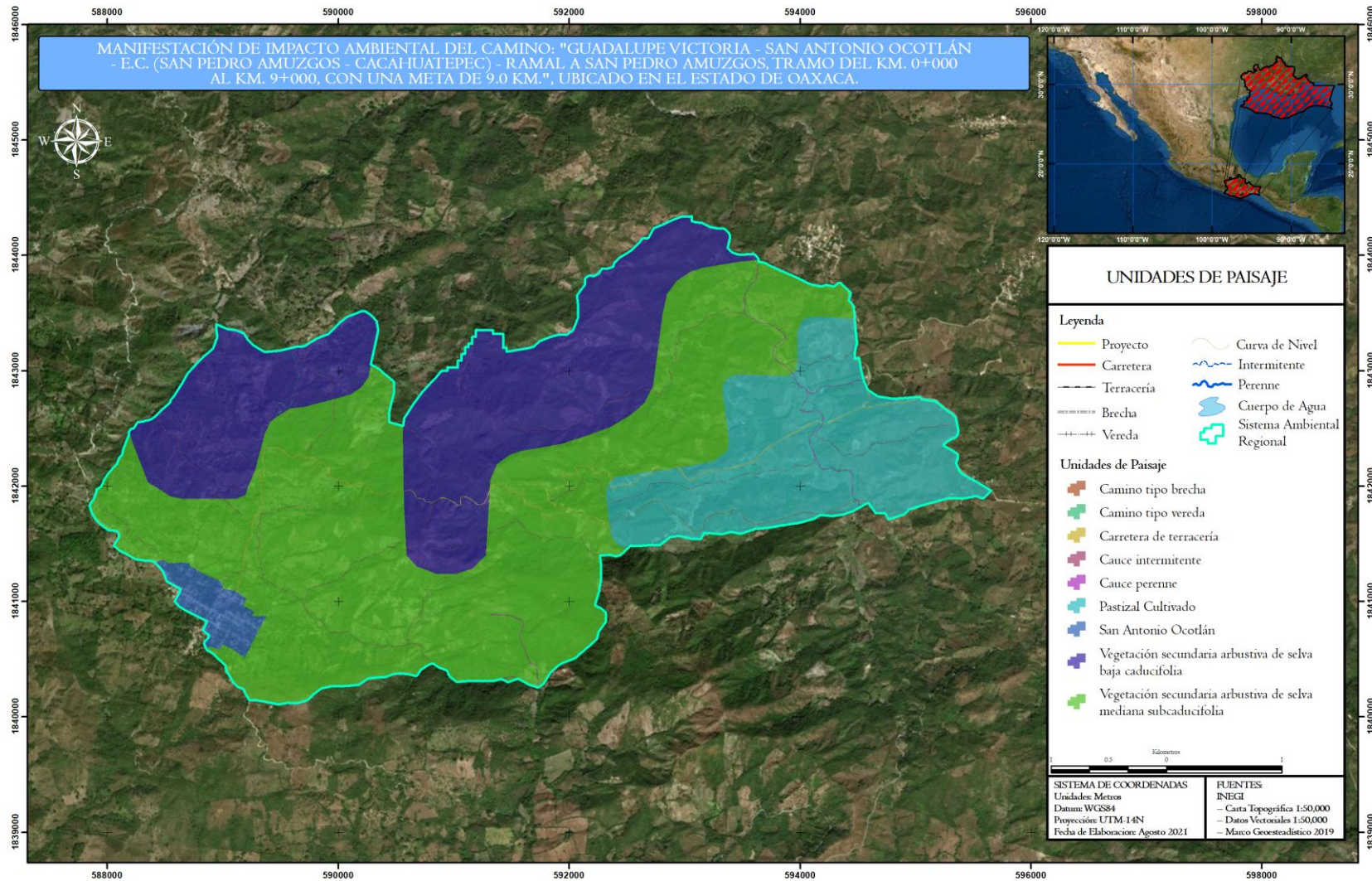


Imagen VII. 12. Condición actual del Sistema Ambiental Regional con unidades de paisaje y sin proyecto con imagen satelital.



Fuente: SECIRA, 2021.

A continuación, se realizará un análisis una vez ingresado el trazo 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 la carretera de terracería existente, es decir la mayor parte de los impactos más significativos ya fueron realizados con anterioridad al presente proyecto. 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 (HAS)	PORCENTAJE
Carretera de terracería	4.36	37.20%
Pastizal Cultivado	1.49	12.71%
Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia	1.03	8.79%
Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia	4.84	41.30%
<b>TOTAL</b>	<b>11.72</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: SECIRA, 2021.

Como se puede observar en la tabla anterior, las dos unidades más importantes por el ingreso del trazo del proyecto son: la vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia con 4.84 hectáreas que representan el 41.30% y la carretera de terracería ocupa el segundo sitio con 4.36 hectáreas que equivalen al 37.20%, le sigue el pastizal cultivado con 1.49 hectáreas que representan el 12.71%, finalmente, la vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia con 1.03 hectáreas que representan el 8.79% del SAR. La siguiente tabla evalúa la pérdida de estas unidades de paisaje:

**Tabla VII. 17.** Ponderación regional a escala 1:10,000 una vez ingresado el proyecto.

UNIDADES AMBIENTALES	SUPERFICIE HA (SU)	SUPERFICIE ELIMINADA	SUPERFICIE REMANENTE	VALOR DE CONSERVACIÓN	SUPERFICIE EQUIVALENTE	ÍNDICE DE IMPACTO CON PROYECTO
Camino tipo brecha	0.97	0.00	0.97	5	4.85	87.45%
Camino tipo vereda	0.31	0.00	0.31	5	1.55	
Carretera de terracería	5.07	4.36	0.71	5	3.55	
Cauce intermitente	6.99	0.00	6.99	7	48.93	
Cauce perenne	2.59	0.00	2.59	7	18.13	
Pastizal Cultivado	314.53	1.49	313.04	5	1565.2	
San Antonio Ocotlán	34.47	0.00	34.47	5	172.35	
Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia	495.96	1.03	494.93	6	2969.58	
Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia	875.89	4.84	871.05	6	5226.3	
Total, en la región	1736.78	11.72	1725.06			
Total, Superficie Equivalente con Proyecto					10010.44	
Total, Superficie Equivalente sin Proyecto					11446.78	
<b>Ci</b>						

Fuente: SECIRA, 2021.

Esta aproximación fue hecha en SIG mediante una superposición de la huella de la propuesta de las obras propuestas para el Camino: "Guadalupe Victoria - San Antonio Ocotlán - E.C. (San Pedro Amuzgos - Cacahuatpec) - Ramal a San Pedro Amuzgos, Tramo del Km. 0+000 al Km. 9+000, con una meta de 9.0 Km.", ubicado en el Estado de Oaxaca.

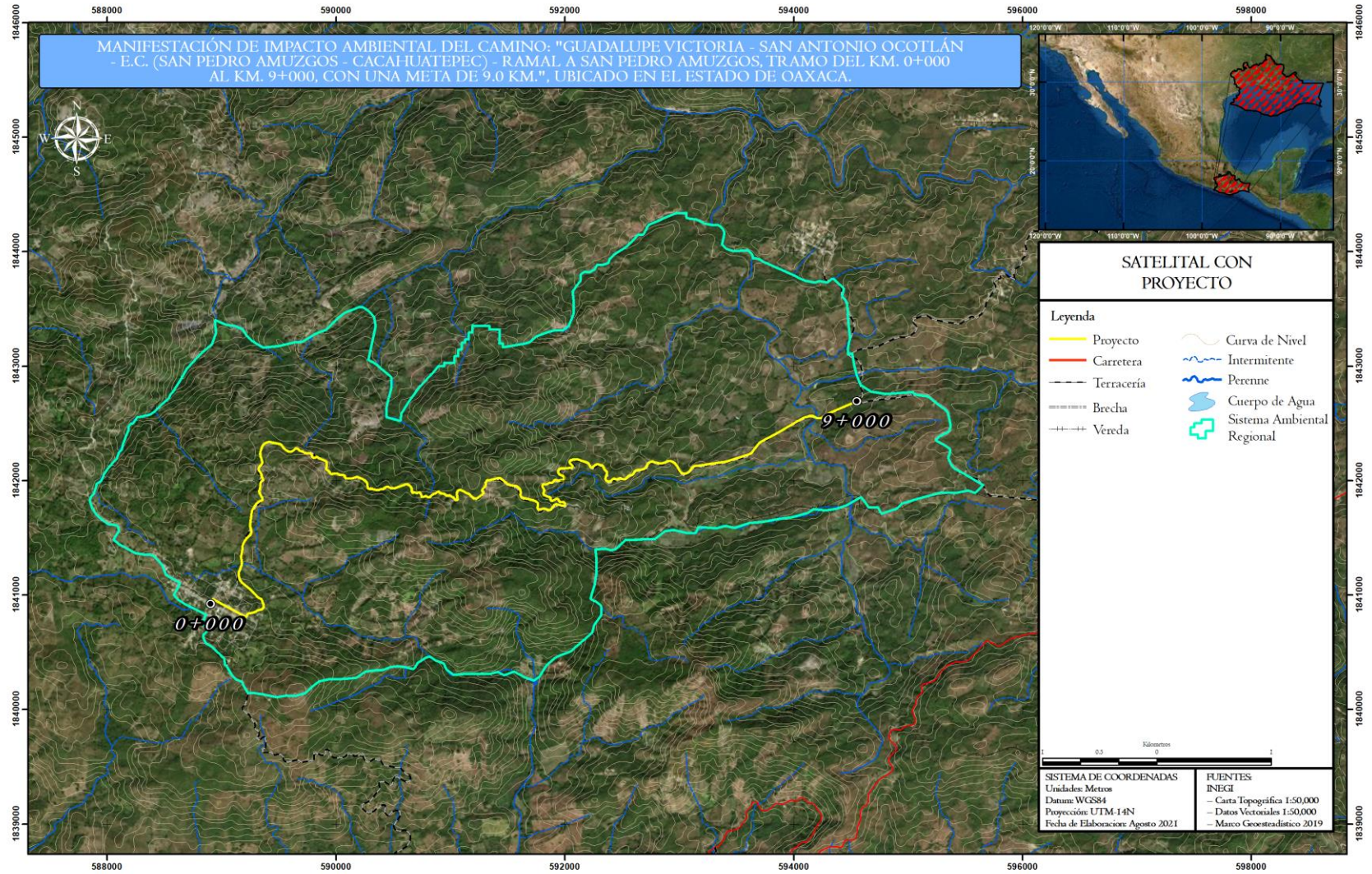
**Tabla VII. 18.** Diferencia de coeficientes de impacto (pérdida de superficie equivalente)

ÍNDICE DE IMPACTO (CI) SIN PROYECTO	ÍNDICE DE IMPACTO (CI) CON PROYECTO	DIFERENCIA ENTRE SITUACIÓN CON Y SIN PROYECTO	DIAGNÓSTICO
100.00%	87.45%	12.55%	Compatible

Fuente: SECIRA, 2021.

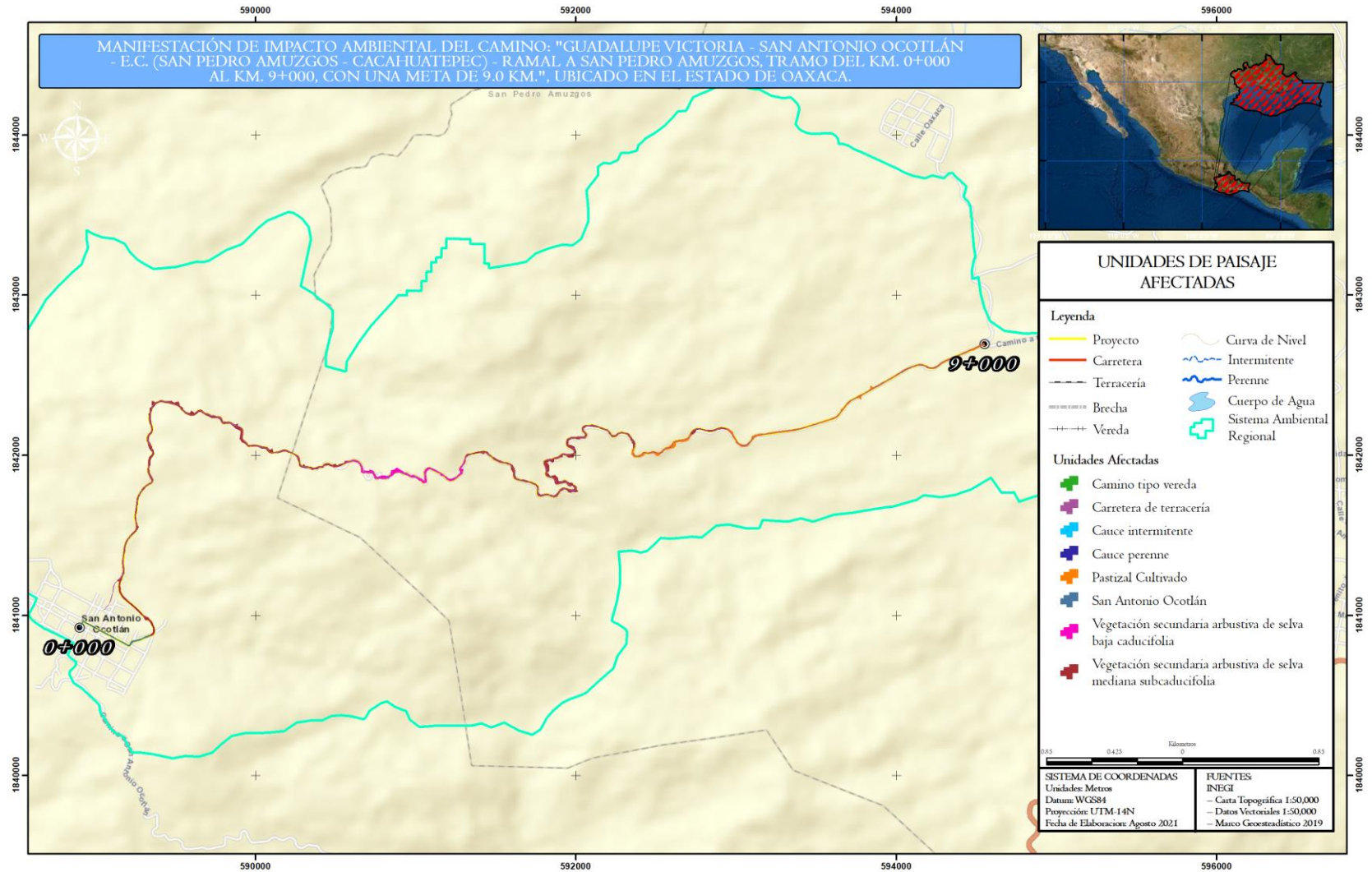
Utilizando este tratamiento se presenta una diferencia de coeficientes del **12.55%** entre la situación sin proyecto y con proyecto existente. Se puede calificar el impacto, así valorado, como compatible. Toda vez que se trata de una modernización del camino ya existente, por ello el coeficiente de impacto indican la compatibilidad de esta modificación en el Sistema Ambiental Regional.

Imagen VII. 13. Modernización de camino existente de terracería.



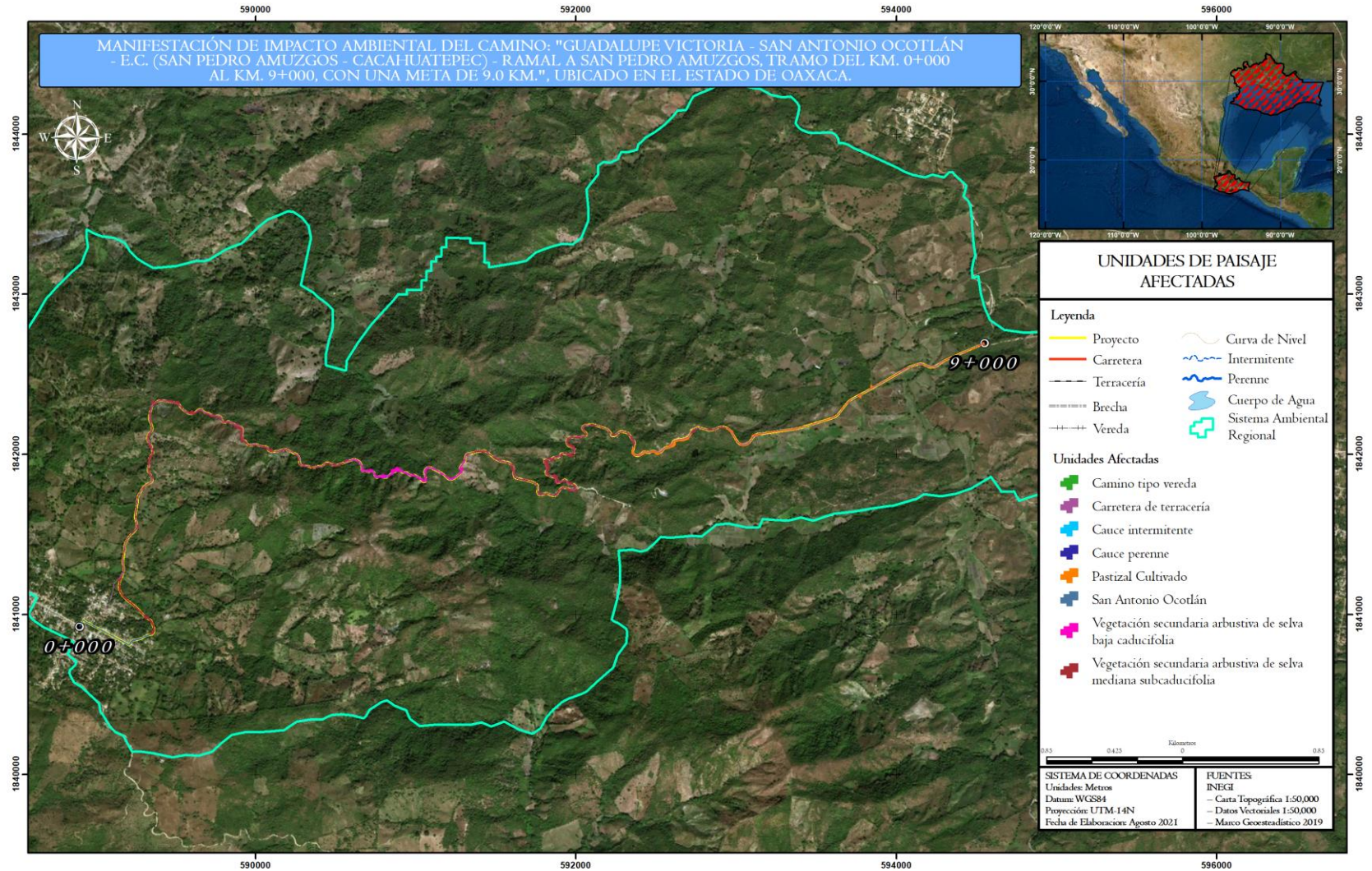
Fuente: SECIRA, 2021.

Imagen VII. 14. Afectedación a las unidades de paisaje del Sistema Ambiental Regional con proyecto con imagen Google Maps.



Fuente: SECIRA, 2021.

Imagen VII. 15. Afectación a las unidades de paisaje del Sistema Ambiental Regional con proyecto con imagen satelital.



Fuente: SECIRA, 2021.

**Fotografía VII. 1.** Vista aérea de la carretera de terracería existente.



Fuente: SECIRA, 2021.



A continuación, se muestra el análisis de los resultados de la Simulación KSIM con la integración del proyecto "Rectificación de la Curva", 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, a corto, mediano y largo plazo.

ATRIBUTO DEL SISTEMA	CALIDAD AMBIENTAL 2021	AÑO DE LA MODELACIÓN REALIZADA					
		2026		2036		2051	
		CALIDAD AMBIENTAL	BRECHA AMBIENTAL	CALIDAD AMBIENTAL	BRECHA AMBIENTAL	CALIDAD AMBIENTAL	BRECHA AMBIENTAL
Geomorfología	0.400	0.392	0.008	0.386	0.006	0.380	0.006
Hidrología	0.600	0.572	0.028	0.557	0.015	0.537	0.019
Suelo	0.400	0.382	0.018	0.380	0.002	0.378	0.002
Vegetación	0.500	0.482	0.018	0.474	0.008	0.457	0.017
Fauna	0.400	0.380	0.020	0.373	0.007	0.363	0.011
Hábitat	0.400	0.382	0.018	0.372	0.010	0.371	0.001
Economía	0.400	0.446	-0.046	0.465	-0.019	0.511	-0.046

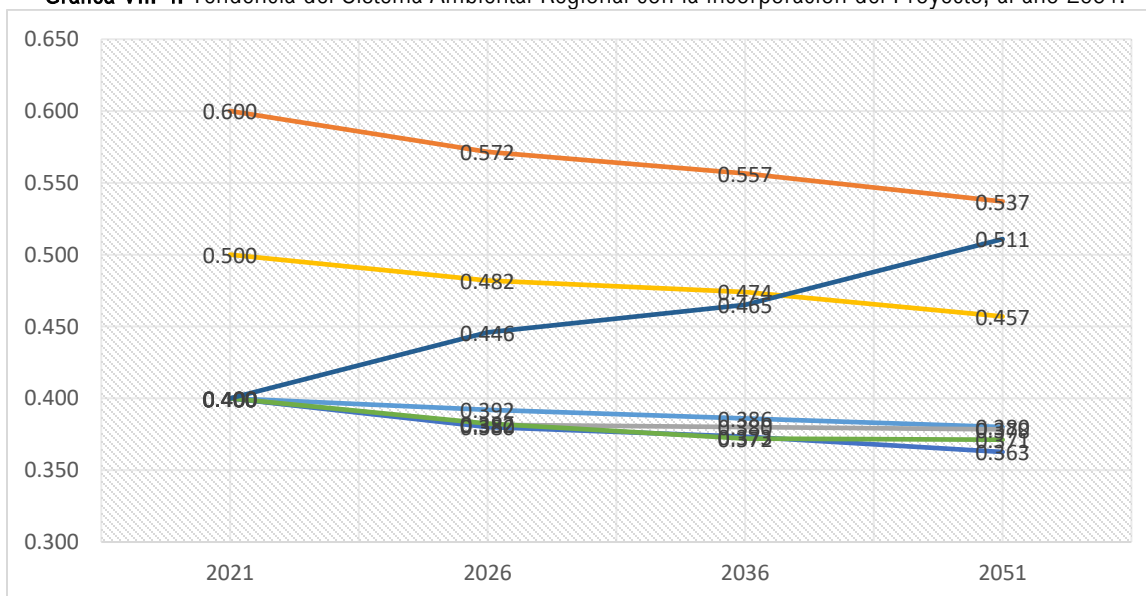
Fuente: SECIRA, 2021.

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 modificación y encarpamiento del camino actual, principalmente de elementos aislados de Selva. Destaca particularmente la condición de alta conservación de la vegetación en las partes altas de los lomeríos fuertes, 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 una descenso de la calidad ambiental para el año 2026 de 18 milésimas, y que muestra seguir decreciendo con un valor de 9 milésimas en el 2036 y aumentar en el año 2051 a 17 milésimas, en virtud de que a largo plazo se alcanza un valor que refleja la estabilidad y el favorecimiento de las condiciones de desarrollo de las comunidades vegetales, asociado a la disminución de la presión por el aprovechamiento de la ganadería, 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 Geomorfología 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 2026 de 8 milésimas, se desciende a 6 milésimas en el 2036 y finalmente se mantiene en el año 2051 a 6 milésimas, con una tendencia a la estabilidad de los materiales geológicos aprovechados por el proyecto, con una tendencia hacia una menor afectación. El factor Suelo inicia con una moderada calidad ambiental y con comportamiento negativo con valores ligeramente alejados a la modelación Sin Proyecto, que produce valores con una brecha ambiental para el año 2026 de 18 milésimas, que desciende al año 2036 con 2 milésimas y finalmente vuelve a mantenerse en el año 2051 a 2 milésimas, con una clara tendencia a estabilizarse y 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 y efectos importantes en la movilidad. La integración del proyecto producirá efectos ambientales sobre la hidrología, principalmente en la zona donde se habrá de construir la obra y provocará los cambios en la hidróloga superficial, pero también afectará aguas abajo las condiciones ambientales de la escorrentía superficial. Por otra parte, habrá

de provocar efectos sociales y económicos. 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 2026 con 28 milésimas, para posteriormente generar 15 milésimas positivas en el 2036 y finalmente terminar con un valor de brecha ambiental de 19 milésimas positivas en el año 2051, mostrando durante la modelación realizada, una tendencia a tener una mejor calidad ambiental, en función de las condiciones de precipitación de la región y de la creciente 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 la presencia de una brecha ambiental favorable con respecto a la modelación Sin Proyecto, como respuesta a la presión que disminuye paulatinamente y, en consecuencia, una posterior generación de aguas residuales. En relación a la dinámica de la seguridad vial del proyecto, se observa que la integración del proyecto redunda en un mejor aprovechamiento de la movilidad segura existente, de tal manera que la actividad de la población se verá favorecida y la seguridad vial podrán favorecer una mayor integración de la dinámica local y regional. En conclusión, del Proyecto habrá de generar efectos positivos en el ámbito de la seguridad vial, 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 de la movilidad vial, relacionadas con los ámbitos urbano y de servicios, asociados a la dinámica poblacional dedicada a otros rubros, como es la agricultura y transporte de pasajeros, de carga y privado.

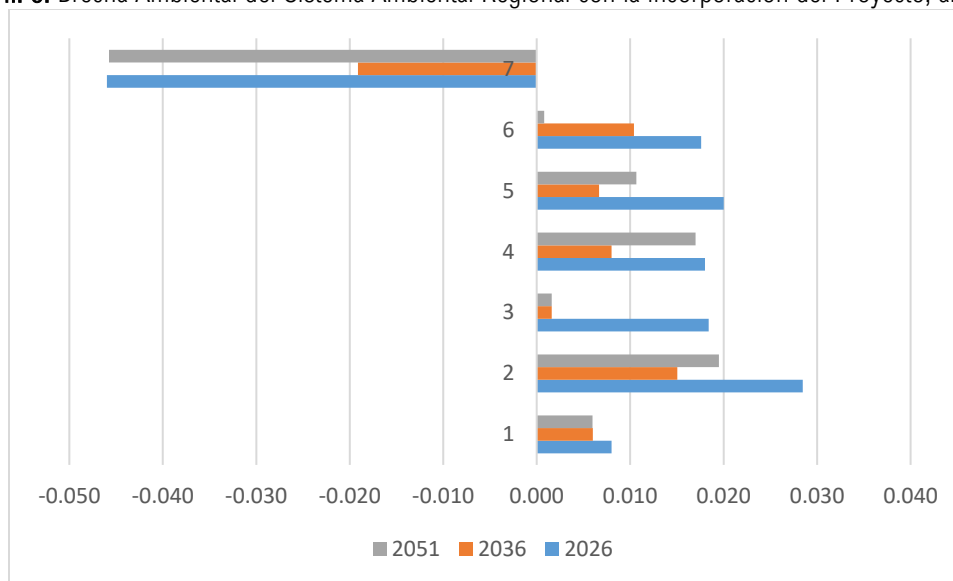
Las gráficas siguientes muestran los resultados y el comportamiento de la Simulación de Escenario KSIM "Con el Proyecto" del Proyecto "Rectificación de la Curva", que representa una obra de prioridad regional, reduciendo la "brecha ambiental", existente entre la Modelación "Sin Proyecto" y la Modelación "Con el proyecto", resultando con una tendencia positiva, ante la comparación a lo largo de los tres tiempos analizados, obteniendo una reducción de su calidad ambiental de los atributos analizados, generando una "Brecha Ambiental", 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, al año 2051.



Fuente: Biota, 2021.

**Gráfica VII. 5.** Brecha Ambiental del Sistema Ambiental Regional con la incorporación del Proyecto, al año 2051.



Geomorfología (1), Hidrología (2), Suelo (3), Vegetación (4), Fauna (5), Hábitat (6) y Economía (7)

Fuente: Biota, 2021.

A continuación, se incluyen las Gráficas que muestran la afectación por la integración del Proyecto, 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.

FACTOR	2021	2026	2036	2051
Geomorfología	0.008	0.006	0.006	0.008
Hidrología	0.028	0.015	0.019	0.028
Suelo	0.018	0.002	0.002	0.018
Vegetación	0.018	0.008	0.017	0.018
Fauna	0.020	0.007	0.011	0.020
Hábitat	0.018	0.010	0.001	0.018
Economía	-0.046	-0.019	-0.046	-0.046

Fuente: Biota, 2021.

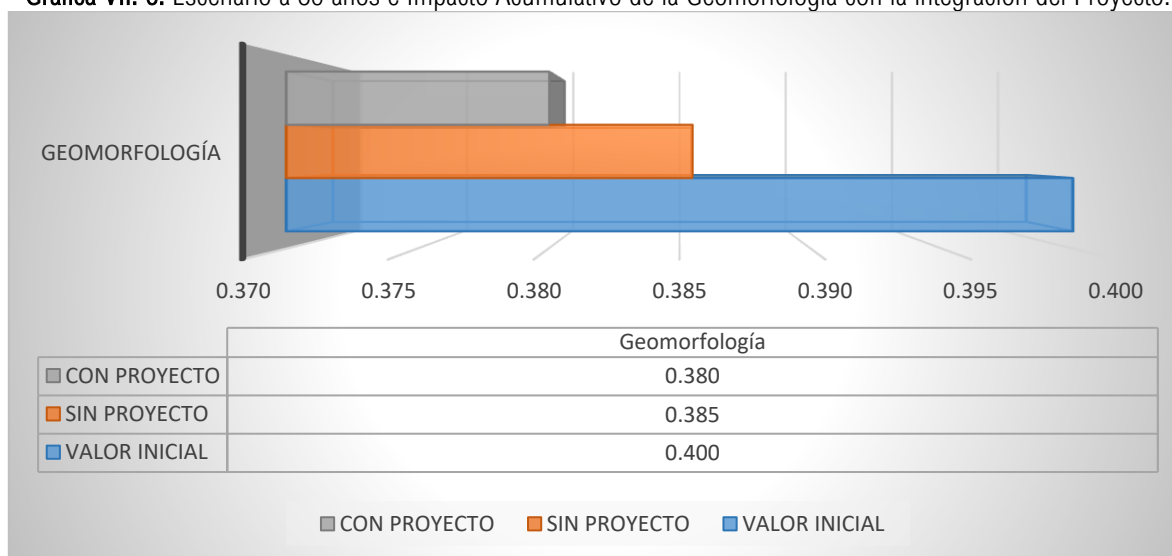
**Tabla VII. 21.** Modificación de la Calidad Ambiental por Factor, en 30 años y porcentaje, impacto acumulativo y variación anual del Proyecto.

FACTOR	IMPACTO ACUMULATIVO (%)	VARIACIÓN ANUAL (%)
Geomorfología	2.00	0.07
Hidrología	6.30	0.21
Suelo	2.16	0.07
Vegetación	4.30	0.14
Fauna	3.73	0.12
Hábitat	2.88	0.10
Economía	-11.09	-0.37

Fuente: Biota, 2021.

**FACTOR AMBIENTAL GEOMORFOLOGÍA.** La modificación de la geomorfología de los lomeríos y sierras, producen un impacto acumulativo que afecta el 2.0 % de la calidad ambiental en los 30 años de modelación para este factor, donde la variación anual es de 0.07%, y contemplando que, en la última modelación de 30 años, se tiene la estabilización paulatina de estas geoformas. En este sentido se concluye que durante la construcción se produce una modificación importante de la geomorfología, por la nivelación y estabilización de las plataformas para la integración de los puentes sobre las planicies y el cauce. Tales modificaciones se irán estabilizando conforme transcurra el tiempo y a largo plazo la inestabilidad de los taludes será mínima, así como los potenciales desprendimientos y caídas de los materiales geológicos.

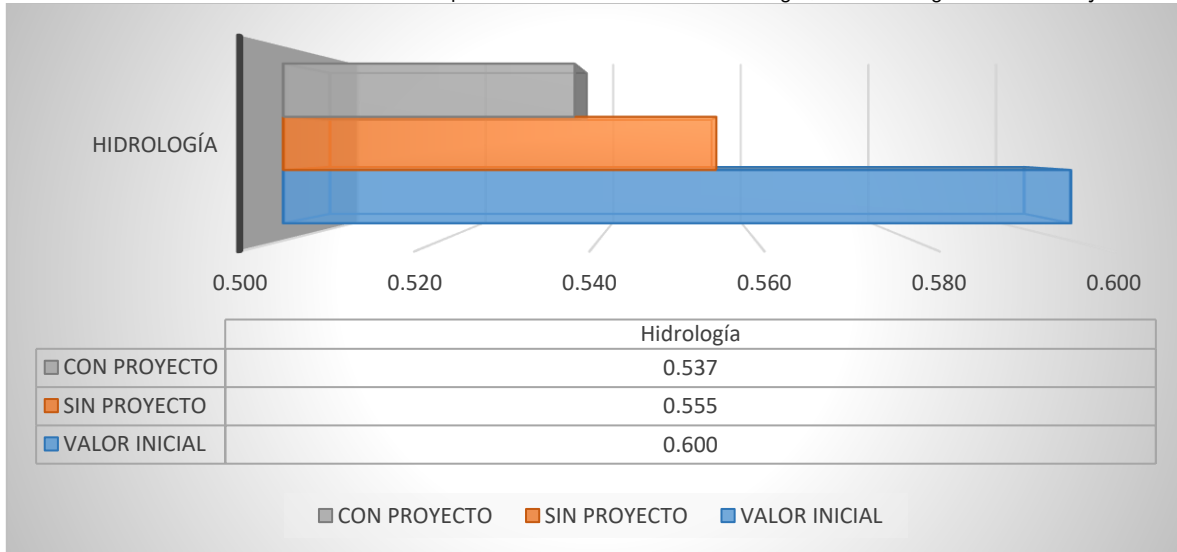
**Gráfica VII. 6.** Escenario a 30 años e Impacto Acumulativo de la Geomorfología con la integración del Proyecto.



Fuente: Biota, 2021.

**FACTOR AMBIENTAL HIDROLOGÍA.** Es el atributo ambiental con mayores repercusiones, principalmente por la pérdida de infiltración en el ancho de corona de la ampliación del cuerpo existente, así como posibles problemas por caída de materiales, la calidad ambiental de la hidrología es moderada a pesar de los procesos de deterioro, por la presión de distintas actividades rurales cotidianas e incipiente demanda de agua para la actividad turística y de servicios, así como la agricultura de riego, que producen un descenso de la calidad ambiental. Aunado a la dinámica torrencial de las lluvias, las cuales tienen un efecto muy drástico sobre la llanura que se ubica el SAR. Bajo la incorporación del proyecto, se tendrán modificaciones iniciales durante la incorporación del nuevo puente y la eliminación del actual, ya que la liberación de material particulado, se atenuarán conforme se alcance la culminación de la obra. Se observan una tendencia de una mayor presión inicial sobre este recurso, mostrando que las presiones por la demanda de agua para la población y agricultura aunado al nulo tratamiento de aguas residuales, producirá un impacto acumulativo de 6.30% de su calidad ambiental en un lapso de 30 años con una tasa anual del 0.21%. La modelación sobre la afectación hacia la hidrología considera que el proyecto producirá un mayor movimiento de vehículos, a lo largo del trazo carretero favoreciendo una mayor accesibilidad y comunicación hacia otras localidades importantes.

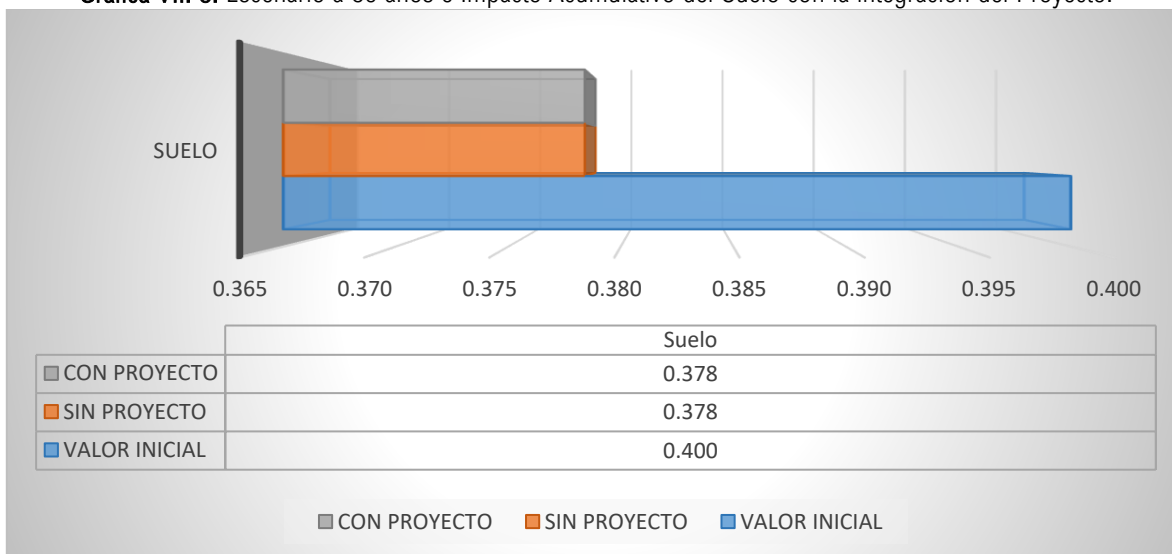
**Gráfica VII. 7.** Escenario a 30 años e Impacto Acumulativo de la Hidrología, con la integración del Proyecto.



Fuente: Biota, 2021.

**FACTOR AMBIENTAL SUELO.** El factor suelo sufrirá modificaciones con el paso del tiempo con la inclusión del proyecto y sin él, ya que la mayor afectación es hacia la creación de terrenos de pastoreo, amén de las zonas donde es necesario realizar un cambio de uso de suelo, situación que existirá en ambos casos como lo demuestra el gráfico. Las diversas afectaciones sobre la calidad ambiental del suelo, aunado a la relación entre la presión de las distintas actividades, que han dejado fuertes modificaciones negativas incluyendo procesos erosivos tanto en lomeríos como en las planicies, debido a la combinación con los factores climatológicos, por lo cual después de la integración del proyecto, se tienen efectos adversos, con un pronóstico de efectos negativos que muestran una tendencia a estabilizarse a largo plazo. Bajo la incorporación del proyecto, se tienen efectos nocivos al suelo, sobre los lomeríos, así como la planicie, mostrando la desaparición de este recurso y afectación de su calidad ambiental, en comparación con la modelación "Sin Proyecto". Se tiene un impacto acumulativo de 2.16% y una tasa de pérdida anual del 0.07%.

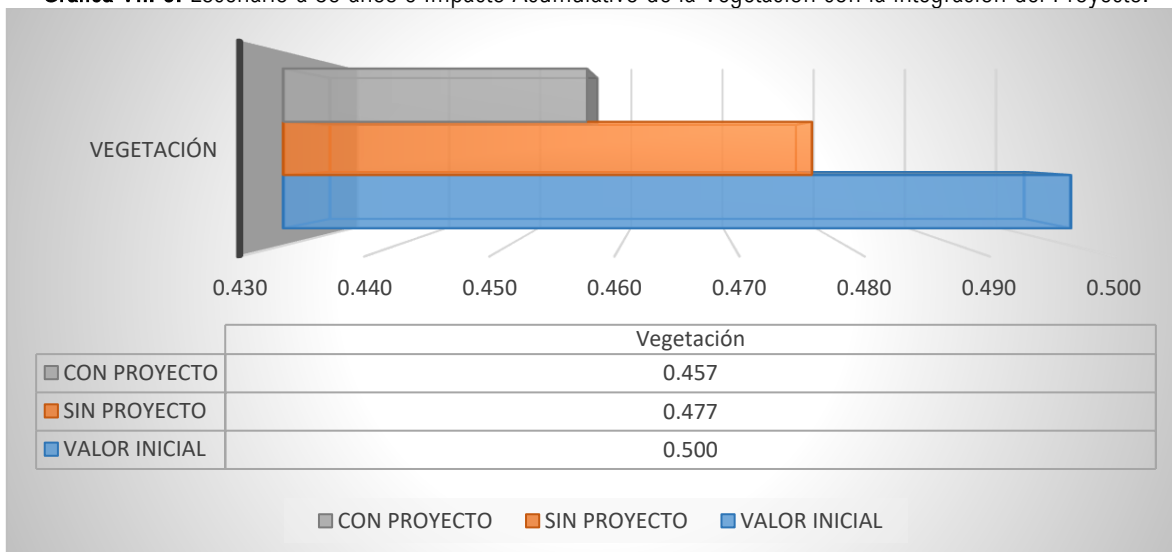
**Gráfica VII. 8.** Escenario a 30 años e Impacto Acumulativo del Suelo con la integración del Proyecto.



Fuente: Biota, 2021.

**FACTOR AMBIENTAL VEGETACIÓN.** El conjunto de afectaciones pasadas sobre el factor vegetación han modificado de manera negativa las características, simplificando el sistema y eliminando los organismos originales, sobre todo en los lomeríos bajos, donde se puede desarrollar la agricultura y/o ganadería; situación que resulta contraria en distintos parches con vegetación remanente, dentro como fuera del SAR, donde la vegetación natural permanece en una condición prácticamente protegida, dada la imposibilidad de desarrollar cualquier actividad económica. Con la incorporación del proyecto, se obtienen valores negativos, en cada modelación, mostrando un impacto acumulativo del 4.3%, con una tasa de deterioro anual de 0.14%, debido a la constante presencia humana, para las actividades pecuarias, con la afectación a los renuevos de los individuos arbustivos, arbóreos y el suelo.

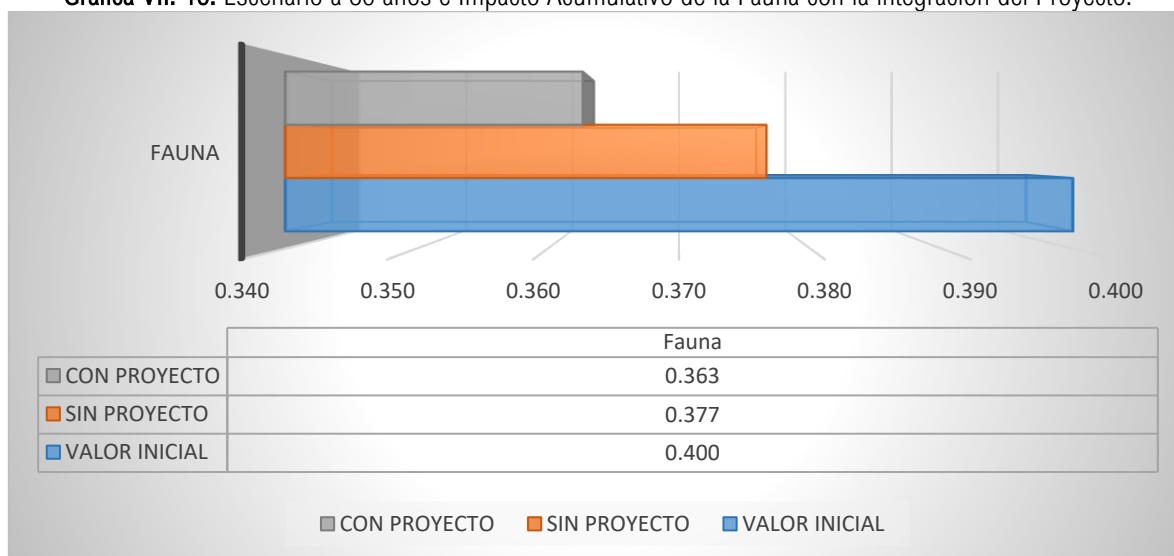
**Gráfica VII. 9.** Escenario a 30 años e Impacto Acumulativo de la Vegetación con la integración del Proyecto.



Fuente: Biota, 2021.

**FACTOR AMBIENTAL FAUNA.** La fauna silvestre ha tenido que migrar fuera de la constante presencia humana, lo cual ha provocado que se sitúe y persista con buenas poblaciones en las laderas medias y altas de los lomeríos que están dentro y fuera del SAR, donde existe una buena conservación de las comunidades vegetales. Con la incorporación del proyecto, se obtienen valores negativos, en cada modelación, mostrando un impacto acumulativo del 3.73%, con una tasa de deterioro anual de 0.12%, lo que se debe a la constante presencia humana, dedicada a la cacería furtiva sin un control y protección de los recursos existentes, y, por el contrario, con la generación de ruidos y molestias a la fauna silvestre, debido a la existencia de caminos pavimentados y de terracería en todo el SAR.

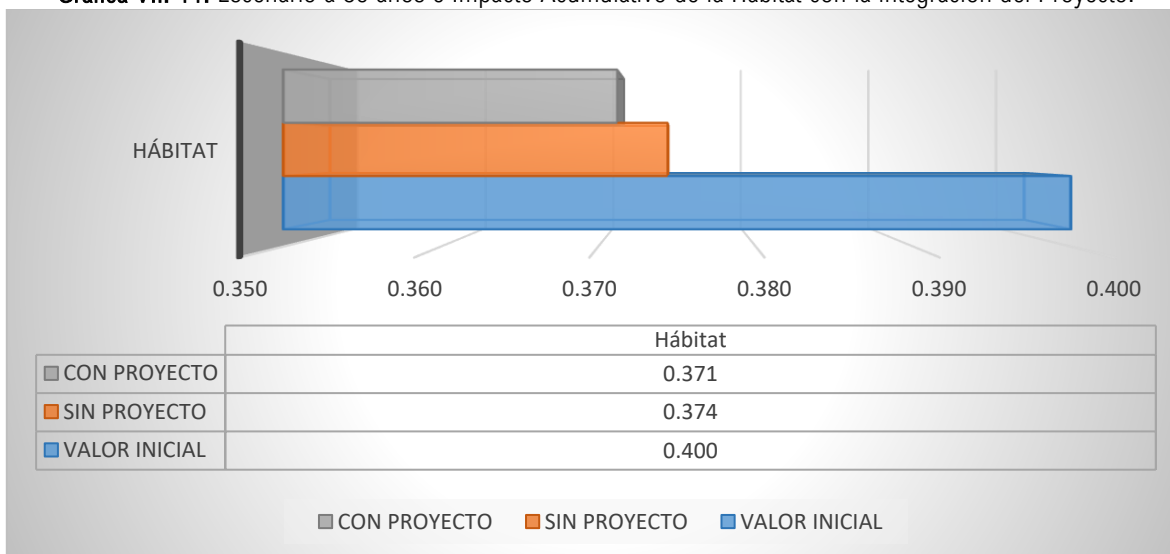
**Gráfica VII. 10.** Escenario a 30 años e Impacto Acumulativo de la Fauna con la integración del Proyecto.



Fuente: Biota, 2021.

**FACTOR AMBIENTAL HÁBITAT.** Sufrirá un cambio con la integración del proyecto, ya que con la construcción de la sustitución del puente existente aumentaran los niveles de fragmentos del paisaje, aunque no de manera significativa, toda vez que se trata de la sustitución del puente existente, generando solamente pérdida de cobertura vegetal, como se demuestra en el estudio, teniendo así un mayor número de hábitat, siendo los cercanos a la vialidad a ser afectados por el desarrollo de la obra. Las actividades agrícolas y turísticas han producido una fuerte modificación del hábitat, que, aunado a la presencia de los centros de población, han fragmentado el hábitat y la conversión en el uso del suelo de toda la planicie y lomeríos bajos, que permiten que el hábitat más conservado y en estadios clímax y paraclímax, se concentre en las partes altas de las geoformas que están fuera del SAR, donde la inclusión del proyecto no tendrá ninguna interacción. El impacto acumulativo producido por la incorporación del proyecto, produce un descenso de la calidad ambiental, en el primer lapso de tiempo, debido a la presencia de equipo y maquinaria pesada, así como la presencia humana, que producirá afectaciones 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 una tendencia hacia estabilizar el comportamiento de este factor. El impacto acumulativo para el factor Hábitat es del 2.88% y con una tasa anual de variación de su calidad del 010 anual, con una mayor afectación durante la etapa de construcción del proyecto, lo cual hace necesario que las medidas de mitigación sean efectivas en ese momento.

**Gráfica VII. 11.** Escenario a 30 años e Impacto Acumulativo de la Hábitat con la integración del Proyecto.

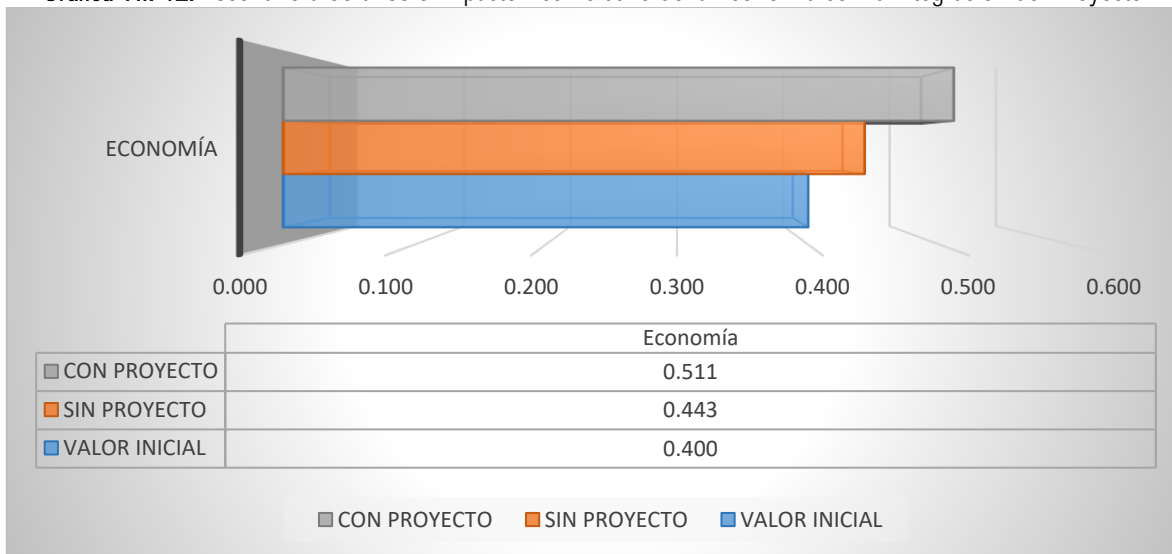


Fuente: Biota, 2021.

**FACTOR AMBIENTAL ECONOMÍA.** Sera el factor que se beneficiará con la implementación del proyecto, ya que permitirá una mejor calidad de vida a los pobladores, así como los usuarios de la Carretera, logrando tener una red vial más eficiente se reducen los tiempos de recorrido, abaratando el mantenimiento de vehículos, lo que redituará en mayores recaudaciones fiscales, así como una economía más estable en la región. Todo esto dado por la necesidad de incrementar las condiciones de vida de la población ubicada a lo largo del proyecto y los que hacen uso de esta vialidad, así como la de contar con una vialidad mas segura que ofrezca una vialidad rápida y segura a los usuarios. El impacto acumulativo producido sobre la economía regional, por la incorporación del proyecto, es un resultado favorable, de cada modelación, mostrando una mejoría, por encima de la modelación “Sin Proyecto”, a consecuencia de una mayor dinámica económica y de servicios. Posterior a la construcción del proyecto, existe un efecto benéfico sobre el ahorro de combustible, tiempos perdidos, mejoría en la comunicación, disminución de accidentes, seguridad en el traslado y mayor movimiento de personas, mercancías, materias primas, productos y servicios. De esta forma tanto, se tiene que el proyecto beneficia directamente a los factores económicos de la región. El impacto acumulativo del proyecto es de 11.09% de su calidad ambiental, con una tasa anual positiva del 0.37%, efecto positivo, con importancia social.



**Gráfica VII. 12.** Escenario a 30 años e Impacto Acumulativo de la Economía con la integración del Proyecto.



Fuente: Biota, 2021.

### 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 del Proyecto se muestran en la siguiente tabla.

**Tabla VII. 22.** Ponderación de Impactos del Proyecto, de acuerdo con la metodología de Bojórquez Tapia.

FACTOR AMBIENTAL	ACTIVIDAD DEL PROYECTO	Magnitud	Especialidad	Duración	Sinergia	Acumulativo	Controversia	Medida de Mitigación	Índice Básico	Índice complementario	Impacto	Jerarquía del impacto	Significancia	Jerarquía del impacto residual
i	j	Mij	Eij	Dij	Sij	Aij	Cij	Tij	Medij	Sacij	Iij		Gij	
Fragmentación del Hábitat	Integración de carpeta asfáltica	4	3	6	4	3	2	4	0.48	0.33	0.61	Alto	0.34	Moderado
Modificación de la geomorfología		4	2	6	3	1	2	3	0.44	0.22	0.53	Alto	0.35	Moderado
Cobertura vegetal	Desmante de vegetación	3	2	4	4	5	2	5	0.33	0.41	0.52	Alto	0.23	Bajo
Abundancia de la fauna	Trafico permanente	3	2	4	3	3	2	4	0.33	0.30	0.46	Moderado	0.26	Moderado
Alteración de la hidrología	Terraplenes	3	2	4	2	3	2	4	0.33	0.26	0.44	Moderado	0.25	Moderado
Calidad del aire	Uso de combustibles fósiles	2	2	1	1	1	1	4	0.19	0.11	0.22	Bajo	0.12	Bajo

Fuente: SECIRA, 2021.

A partir del análisis del comportamiento futuro del SAR y considerando las actividades relevantes del proyecto, se tienen tres actividades del proyecto, que producen un impacto alto, donde la primera corresponde a la integración de la carpeta asfáltica (0.61), que funciona como una barrera y fragmenta el hábitat; Les sigue la afectación por el proyecto (0.77) que afectará la escasa vegetación, su abundancia y cobertura, principalmente. Existen dos actividades que generan un impacto Moderado, que incidirán en la abundancia de la fauna, al estar en constante operación el proyecto y con tráfico permanente, (0.46); la conformación de terraplenes (0.44) que afectan la hidrología superficial y finalmente, dentro de la categoría de impacto Bajo, se obtuvo la actividad relacionada con el uso de combustibles fósiles (0.22) que produce un impacto bajo e intermitente en la calidad del aire. En el análisis de los impactos residuales generados por el proyecto y particularmente de la integración de carpeta asfáltica (0.61, Impacto Alto) produce la fragmentación del hábitat, es un impacto permanente, irreversible, no mitigable y de alta magnitud e importancia; carece de una medida de mitigación directa, sin embargo, tiene la posibilidad de integrar diversas medidas de compensación y sobre todo de atención hacia la fauna, donde se obtiene un impacto residual moderado, con una ponderación de 0.34. El desmante del arbolado en el derecho de vía del proyecto (Impacto Alto, 0.52), tiene las posibilidades de ser mitigado y compensado, para producir un bajo impacto residual sobre las comunidades vegetales (0.23), así como efectos positivos en la fauna silvestre y en el hábitat, debido a que la superficie a desmontar y afectar por las distintas actividades del proyecto, pueden ser compensados mediante el aprovechamiento del germoplasma para puede ser utilizado bajo condiciones controladas en viveros instalados y administrados por la Empresa Constructora, con lo cual se produciría la planta suficiente para las distintas acciones de recuperación, compensación y revegetación de predios utilizados por el proyecto a lo largo del derecho de vía, terrenos aledaños, así como atender el deterioro de los bancos de materiales, entre otros sitios de interés para la rehabilitación ambiental.

Como medida de mitigación y de llevar a cabo la estrategia de almacenar todo el suelo despalmado en la trayectoria del proyecto, en un sitio *ex profeso*, permitirá su futuro aprovechamiento en la conformación de un sustrato orgánico que pueda ser utilizado para la integración de vegetación en áreas que necesiten ser rehabilitadas ecológicamente, como son los bancos de materiales. De manera directa, el mejoramiento de las condiciones de la vegetación producirá un efecto benéfico en las comunidades faunísticas, las cuales podrán contar con sitios de descanso, refugio, anidación y alimentación, promoviendo el restablecimiento de las redes tróficas y, por ende, la dinámica poblacional de las diferentes especies que existen en la zona. En este sentido el impacto residual será moderado y prácticamente el impacto sobre la fauna quedará restringido a los atropellamientos y muerte de organismos a lo largo del proyecto, ya que fuera de esta zona, las poblaciones faunísticas quedarán prácticamente inalteradas. En este sentido el impacto residual sobre la fauna tiene una categoría de Moderado (0.26). Durante la operación del proyecto y con la presencia permanente de un tráfico vehicular, se produce una afectación permanente a las poblaciones de la fauna silvestre, principalmente sobre aquellas especies de lento desplazamiento, la ponderación del impacto es de 0.46, considerado como Moderado, donde las medidas de mitigación como es el mantenimiento de los drenajes y subdrenajes, así como la introducción de organismos vegetales a lo largo del derecho de vía y en distintos sitios del SAR, desciende el valor a 0.26, y queda incluido dentro de la categoría de impacto residual moderado, debido a que las acciones realizadas tienen un efectos primario en la operación del proyecto y la restitución del arbolado y de manera indirecta sobre la fauna. La actividad de incorporación de los terraplenes y plataforma en la trayectoria del proyecto produce una alteración de la hidrología superficial con una valoración de un impacto moderado (0.44) y con la medida de mitigación se contempla se moviliza hacia la categoría de un impacto residual moderado (0.25), donde se considera que los drenajes y subdrenajes que modifican temporalmente y a lo largo de la etapa constructiva, la dinámica de los cauces hidrológicos principal y específicamente del Río Valle Nacional, atenderán esta afectación de la hidrología superficial y que durante las etapas de operación y mantenimiento, restituyen y mejoran prácticamente la dinámica hidrológica original, cuya ocurrencia sucederá a corto plazo y asociada a la marcada temporada de lluvias estacionales y de carácter torrencial, que se presenta en el SAR. En relación a la calidad del aire, afectada, de forma temporal y puntualmente, por la generación de gases de combustión, aeropartículas y ruidos, generan un impacto ambiental bajo (0.22) los cuales al aplicar los programas de mantenimiento preventivo y correctivo sobre la maquinaria, equipo pesado y vehículos utilizados, incidirán de manera positiva en la disminución tanto en la cantidad como en la composición de este tipo de emisiones, alcanzado un valor de (0.12) considerado dentro de la categoría de impacto residual bajo; durante la operación y de acuerdo a la dinámica climatológica de los vientos estos efectos son incipientes, lo cual permite predecir el restablecimiento total de la calidad del aire, por lo cual el impacto residual será prácticamente nulo.

Los impactos residuales considerados como altos corresponden a aquellas actividades que modifican de forma permanente e irreversible la geomorfología del área proyectada, en este caso integración de la carpeta asfáltica, que son esenciales para el desarrollo del proyecto, tienen una categoría de impacto residual moderado; por otra parte, y dentro de esa misma categoría, se tienen tanto el tráfico permanente de los vehículos durante la operación del proyecto y la conformación de Terraplenes, son las actividades responsables 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 desmonte de la vegetación y la generación de gases de combustión interna, ruidos y aeropartículas durante toda la vida del proyecto. La siguiente tabla muestra el mejoramiento, en porcentaje, del impacto generado por las medidas de mitigación y compensación aplicadas en las siete actividades del proyecto analizadas previamente, donde se concluye que los principales factores ambientales atendidos son el mejoramiento y mitigación de las afectaciones provocadas por la disminución de la cobertura vegetal (55.6%), le sigue la protección de la calidad el aire (44.4%) así como la alteración temporal de la hidrología por la presencia de los terraplenes y la protección a la fauna silvestre ante el tráfico permanente, debido principalmente a los efectos indirectos de la integración de vegetación en diferentes sitios del SAR y la incorporación de los drenajes y subdrenajes. La integración de la carpeta asfáltica que produce la fragmentación del hábitat es un impacto de difícil mitigación, pero la integración de

medidas de compensación y la posibilidad de que los drenajes y subdrenajes, por su ubicación en las corrientes hidrológicas intermitentes, puedan servir de pasos de la fauna silvestre, lo cual atenúa los efectos negativos y re obtiene un valor de mejoramiento del 44.4%. Por último, la modificación permanente de la geomorfología y la alteración de los atributos asociados, como vegetación, suelo, hidrología, hábitat y paisaje, es un impacto que difícilmente puede ser atendido, sin embargo, las acciones recomendadas atenúan en un 33.3% los impactos ambientales generados.

**Tabla VII. 23.** Análisis de los Impactos directos y residuales del Proyecto.

FACTOR AMBIENTAL	ACTIVIDAD DEL PROYECTO	JERARQUÍA DEL IMPACTO DIRECTO	% DEL IMPACTO RESIDUAL	MEJORAMIENTO CON MEDIDA DE MITIGACIÓN	JERARQUÍA DEL IMPACTO RESIDUAL
Modificación de la geomorfología	Integración de carpeta asfáltica	Alto	66.7	33.3	Moderado
Fragmentación del Hábitat		Alto	55.6	44.4	Moderado
Alteración de la hidrología	Terraplenes	Moderado	55.6	44.4	Moderado
Cobertura vegetal	Desmorte de vegetación	Alto	44.4	55.6	Bajo
Abundancia de la fauna	Trafico permanente	Moderado	55.6	44.4	Moderado
Calidad del aire	Uso de combustibles fósiles	Bajo	55.6	44.4	Bajo

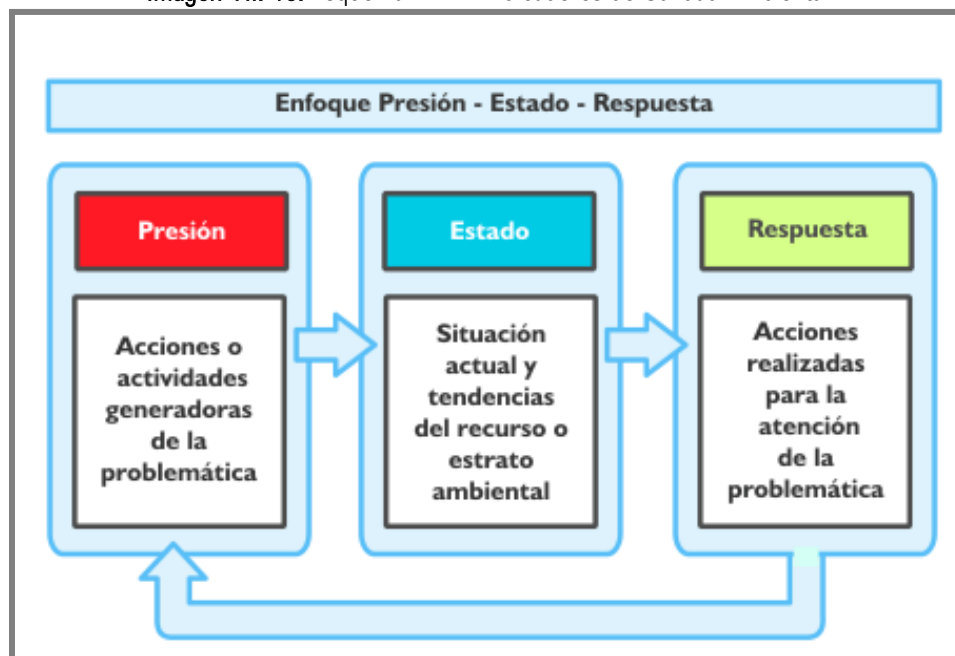
Fuente: SECIRA, 2021.

#### VII.4. Pronostico Ambiental.

Un ecosistema es un sistema biológico formado por dos elementos indisociables, 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 en la región eventualmente ejerce presión sobre los recursos naturales y los 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 otros elementos de la infraestructura regional de características similares, reflejados en la carretera 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, lo que representará un impacto de alcance que va 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 corresponde a una propuesta de solución a la seguridad vial que se vive y que afecta a las poblaciones de los 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 Seguridad vial, Sociedad y Economía, principalmente. En este sentido destaca que esta propuesta genera un significativo alivio y una respuesta importante a los niveles de accidentabilidad en ese sitio, otorgando mejor condición de desplazamiento y seguridad a los vehículos de pasajeros, de carga y particular que utilizan la vialidad, ya que permitirá que la movilidad pueda ser más segura, a fin de contener los efectos negativos de la accidentabilidad que se vive en esta vialidad. Cabe destacar que la posibilidad de que las poblaciones de las localidades tendrán un efecto significativo en la seguridad vial, ya que la problemática actual presenta importante cantidad de accidentes vehiculares, por el tráfico de la población asentada en estos importantes núcleos poblacionales. El proyecto tiene el objetivo primordial de atender una grave problemática que tienen los principales niveles de movilidad y accidentabilidad en esta región del Estado de Oaxaca, 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 "sin 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.

Las actividades relacionadas con la preparación, construcción, operación y mantenimiento del Proyecto tienen efectos negativos relevantes en la geomorfología, vegetación, suelos, fauna e hidrología. Las conclusiones de las principales afectaciones se indican a continuación:

1. Las actividades proyectadas de nivelación, excavación, compactación y conformación de los terraplenes que recibirán la carpeta asfáltica, representan efectos permanentes e irreversibles; donde las corrientes hidrológicas temporales tendrán modificaciones en su dinámica, estas se prevenirán realizando un sistema de drenaje que tenga la operación suficiente.
2. Todos los materiales geológicos y edáficos derivados de los cortes, despalme, nivelación, excavación y conformación de los terraplenes, tiene posibilidades de ser reutilizados, ya sea como material para nivelación y base de los terraplenes, o rellenos, inclusive para ser utilizados como material de cubierta o como material para rehabilitar los terrenos donde se realice la explotación de los bancos de préstamo, o recuperar ambientalmente sitios con degradación evidente a lo largo del derecho de vía.
3. La fauna tiene una alta vulnerabilidad a la presencia humana, siendo más acentuada las especies de lento desplazamiento, las cuales son eliminadas de su hábitat con mucha facilidad; es este aspecto la capacitación ambiental a los trabajadores y a la población local, en coordinación con las autoridades municipales, permitirá acercarlos al conocimiento de este recurso, su comportamiento, importancia y estrategias para la conservación. Asimismo se debe integrar una brigada de reconocimiento de madrigueras, nidos y organismos, que deben realizar una inspección previa al inicio de los trabajos durante todo el tiempo de la preparación y construcción del proyecto, para rescatar organismos, nidos y madrigueras y reubicarlos en zonas de mayor conservación ubicadas en la cercanía del trazo del proyecto al Oeste del SAR, o incluso informar a la Delegación Estatal de la SEMARNAT y que la Autoridad sea el responsable de su cautiverio y reubicación final.

4. En relación con la hidrología, es importante establecer los sitios para la ubicación y dimensionamiento de los drenajes y subdrenajes del proyecto.
5. La integración del proyecto modificará el paisaje de manera permanente e irreversible en el SAR, sobre un paisaje regional modificado por las zonas agropecuarias, vías de comunicación y las zonas rurales y/o urbanas, donde existe una alta capacidad de acogida de los diferentes paisajes; es necesario mencionar que solo las partes altas con la selva alta perennifolia tiene una baja capacidad de acogida, aunque estas zonas no corresponden con el SAR, éstas se localizan en el lado este fuera del Sistema; por el contrario, destacan los elementos benéficos de accesibilidad e intercomunicación de las poblaciones de San Pedro Amuzgos y San Antonio Ocotlán, representado una opción de desarrollo económico, y social para la región y una oportunidad de empleo temporal para los habitantes locales, reduciendo tiempos de traslado, congestión vehicular en la zona, riesgos de accidentes y colisiones, ahorro de combustible y desgaste vehicular.
6. Es importante mencionar que la mayoría de los impactos ambientales identificados, están considerados dentro del conjunto de medidas de minimización, mitigación y compensación establecidas, lo cual permite predecir que prácticamente todos serán atendidos y se atenuarán sus efectos negativos en diferentes intensidades y efectividad.

El proyecto, tiene una moderada factibilidad ambiental, resaltando que los principales efectos nocivos se presentarán en la geomorfología, suelos y vegetación, por lo que con la incorporación de las medidas de mitigación se atenderán los factores ambientales que han de ser modificados por las distintas actividades del proyecto, lo cual incrementa su factibilidad y permite armonizar el desarrollo regional con la protección de los recursos naturales existentes dentro del SAR.



---

**CAPÍTULO VIII IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL 2**

<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 10 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
- Programa de rescate y reubicación de Flora
- Programa de rescate y reubicación de Fauna
- Programa de restauración ecológica
- Programa de conservación de Reforestación y suelos
- Plan de manejo y monitoreo ambiental
- Propuesta para ubicación y dimensiones de obras de drenaje como pasos de fauna
- Programa de conservación y protección a los componentes hídricos
- Estudio Técnico Económico

## 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.